L22DC

Proponente:
INFRASTRUCTURE
ITALIA LAND 2 S.r.l.
Via del Bosco Rinnovato, 6
20057 – Assago (MI), Italia

Progetto Nuovo Data Center Campus Siziano

VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE
ai sensi del Titolo III del d.lgs. 152/2006

Relazione di invarianza idraulica MIL07

Documento
4553-L22-ZZ-ZZZ-TRP-ME-0021

Data
30 giugno 2026

Revisione
V.00

MIL07

Via Lombardia 1, Siziano, MI, Italia

STACK INFRASTRUCTURE

Report - Civile - Gestione delle acque meteoriche

MIL07-DBA-EX-XX-RP-C-52001

03/06/2026 Stato – Numero progetto S5/P02 : 13038001

Nome file: MIL07-DBA-EX-XX-RP-C-52001 - Report - Civile - Gestione delle acque meteoriche

Ingegnere
SACHA BUSETTI
ORDINE DEGLI
INGEGNERI DI
PAVIA

Filiale
DBA S.p.A.
Via Natale Battaglia 10
20127, Milano
Italy
+39 0422 693511
dbaprogetti@pec.dbagroup.it
www.dbagroup.it

Sede Principale
DBA S.p.A.
Santo Stefano di Cadore
32045, Santo Stefano di Cadore (BL)
Italy
+39 0422 693511
dbaprogetti@pec.dbagroup.it
www.dbagroup.it

Nome del progetto:	STACK INFRASTRUCTURE MIL07
Indirizzo del sito:	Via Lombardia 1, Siziano, MI, Italia
Titolo del documento:	Report - Civile - Gestione delle acque meteoriche
Codice del documento:	MIL07-DBA-EX-XX-RP-C-52001
Nome file:	MIL07-DBA-EX-XX-RP-C-52001 - Report - Civile - Gestione delle acque meteoriche
Data di revisione:	06/03/2026
Descrizione della revisione:	P02
Scopo dell'emissione:	S4 – Revisione e accettazione della Parte di Nomina
Numero del progetto:	13038001
Autore:	Santina Maddè
Modificato da:	Carolina Ferraro
Verificato da:	Luca Guarino
Approvato da:	Gaetano Russo

Storia delle revisioni:

REV.	MODIFICATO	CONTROLLATO	APP.	DATA	DESCRIZIONE
P02	CF	LG	GR	06/03/2026	RIBA 4 - Fase di Lavoro 4
P01	CF	LG	GR	07/11/2025	(WS4) RIBA 3 - Fase di Lavoro (WS3)

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

INDICE

1. AMBITO DEL LAVORO 4
2. STRATEGIA DI PROGETTAZIONE 5
2.1. Funzioni generali dei SuDS 8
2.2. Il ruolo del suolo 9
2.3. Tipologie di SuDS utilizzate 10
2.3.1. Aree verdi depresse 10
2.3.2. Pavimentazione e superfici semipermeabili 11
2.3.3. Bacino di laminazione e infiltrazione 12
3. ANALISI DEI VINCOLI IDRAULICI PER LAVORI DI INFILTRAZIONE E LAMINAZIONE 14
3.1. Analisi topografica 14
3.2. Piezometria 16
3.3. Verifica delle fasce di rispetto dei pozzi di acqua potabile secondo il Piano di Governo del Territorio 19
3.4. Permeabilità idraulica dei terreni 19
4. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FUORIUSCITE E POTENZIALMENTE CONTAMINATE 21
5. CLASSIFICAZIONE DEI SITI DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE SECONDO LE NORMATIVE QUADRO. 22
5.1. Regolamenti regionali: criteri e metodi per la conformità alla gestione delle acque meteoriche 22
6. ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA 23
6.1. Analisi idrologica 23
6.1.1. Identificazione del periodo di ritorno 23
6.1.2. Determinazione delle curve DDF per vari periodi di ritorno 24
6.1.3. Descrizione delle aree di drenaggio progettate e dei coefficienti di deflusso 27
6.2. Progettazione idraulica preliminare dei serbatoi di laminazione 28
6.2.1. Costruzione degli ietografi di progetto lordo e netto 28
6.2.2. Identificazione del limite massimo di portata di ogni serbatoio sotterraneo in calcestruzzo 34
6.2.3. Localizzazione planimetrica dei serbatoi di laminazione sotterranei in calcestruzzo 35
6.2.4. Serbatoi sotterranei di laminazione dimensionati 35
6.2.5. Dimensionamento della condotta di pressione dai serbatoi di laminazione 37
6.3. Progettazione idraulica preliminare del bacino di laminazione e infiltrazione DP1 37
6.3.1. Calcolo preliminare della portata di infiltrazione del bacino di laminazione e infiltrazione DP1 37
6.3.2. Dimensionamento preliminare del bacino DP1 di laminazione e infiltrazione 38
6.4. Svuotamento del tempo 39
7. CONCLUSIONI 41

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

1. AMBITO DEL LAVORO

Lo scopo di questo documento è descrivere la progettazione e la verifica dei sistemi di gestione delle acque meteoriche per il progetto di Via Liguria, Siziano (PV).

Il progetto prevede la costruzione di un edificio destinato ad attività produttive come l'installazione e la gestione delle infrastrutture IT - Data Center.

Questo documento costituisce lo studio preliminare per definire la strategia di gestione delle acque meteoriche e non rappresenta il progetto di gestione delle acque meteoriche in conformità con la R.R. n.7 del 23 novembre 2017 della Regione Lombardia, come modificato e integrato.

Il dimensionamento delle reti di gestione delle acque meteoriche del progetto e i primi sistemi di trattamento delle aree soggette al R.R. n. 4 del 24 marzo 2006 della Regione Lombardia sono dettagliati nel documento dedicato MIL07-DBA-EX-XX-CA-C-52001.

Il team di progetto ha affrontato la progettazione dei sistemi di gestione delle acque meteoriche in modo integrato fin dai primi passaggi di progettazione, consentendo l'applicazione di soluzioni di drenaggio sostenibili che rispettino i requisiti delle politiche europee, nonché delle normative nazionali e regionali riguardanti il rischio idraulico, la sostenibilità e l'adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici.

Il team di progetto ha affrontato la progettazione dei sistemi di gestione delle acque meteoriche in modo integrato fin dalle prime fasi, permettendo l'implementazione di soluzioni di drenaggio sostenibile conformi alle politiche europee e alle normative nazionali e regionali in materia di rischio idraulico, sostenibilità e adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici.

È stata effettuata un'analisi multicriterio prima della fase di progettazione di questi sistemi, considerando i seguenti fattori:

- possibili vincoli di infiltrazione dal Piano di Governo del Territorio (PGT),
- topografia del sito,
- creazione di un piano regolatore equilibrato in termini di aree verdi e impermeabili,
- valutazione delle aree a rischio di fuoriuscita o soggette alla regolamentazione del primo lavaggio;
- valutazione dell'interferenza con le concentrazioni soglia di contaminazione del suolo.

Il sistema di gestione delle acque meteoriche del progetto incorpora sia sistemi tradizionali per la raccolta dell'acqua (tombini, tubature e serbatoi in cemento) sia infrastrutture verdi, ovvero NBS/Sistemi di Drenaggio Sostenibile (SuDS).

Ove possibile, verranno utilizzate infrastrutture verdi; dove uno dei vincoli sopra elencati ne ostacola la realizzazione, verrà costruita un'infrastruttura tradizionale.

Il calcolo del volume di laminazione, utilizzato per dimensionare le misure di resilienza idraulica, è stato effettuato in base alla durata che massimizza la capacità di invaso, confrontando singoli eventi intensi della durata di 1-24 ore per ciascun periodo di ritorno descritto nei paragrafi seguenti.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

2. STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Il sito, nello stato di progettazione, presenta una significativa superficie coperta e impermeabile, e l'intervento è caratterizzato da una grande complessità e scala.

Per mitigare gli impatti biofisici diretti e indiretti (isola di calore, inquinamento, ecc.) con misure economicamente e ambientalmente sostenibili, si propone l'implementazione di soluzioni innovative e multifunzionali per la gestione delle acque meteoriche, costituite da infrastrutture verdi/NBS (Nature Based Solutions), ove possibile accompagnate da un approccio progettuale LID (Low Impact Development).

La combinazione di queste strategie favorisce la laminazione locale dei deflussi meteorici a monte delle reti di drenaggio e l'infiltrazione, sfruttando le capacità di ritenzione e depurazione del sistema suolo-vegetazione. Questo ottimizza la rete di drenaggio e riduce significativamente i volumi da immagazzinare nelle strutture primarie di laminazione. Queste infrastrutture sono multifunzionali, generano benefici economici, aumentano la biodiversità e migliorano la qualità dell'ambiente.

Il sistema proposto di gestione delle acque meteoriche si basa sui seguenti principi:

- **Integrazione**: un approccio integrato tra varie discipline (ingegneria, architettura, paesaggio, agronomia, logistica, ecc.) garantisce che il concept design sia coerente con gli obiettivi di sviluppo del progetto.
- **Distribuzione**: Bilanciare le aree permeabili e impermeabili e disperdere l'acqua per evitare la concentrazione aiuta ad aumentare il tempo di deflusso delle acque meteoriche. I sottobacini idraulicamente indipendenti permettono una gestione più semplice dei picchi di piena e una riduzione degli impatti.
- **Resilienza:** un efficace controllo dei picchi di piena e la riduzione del volume di laminazione sono integrati da frequenti processi di infiltrazione, filtrazione e trattamento, creando un sistema flessibile in grado di assorbire le variazioni idrologiche.
- **Ridondanza**: Interventi indipendenti nel sottobacino permettono una distribuzione e contenimento efficaci di eventi imprevisti.

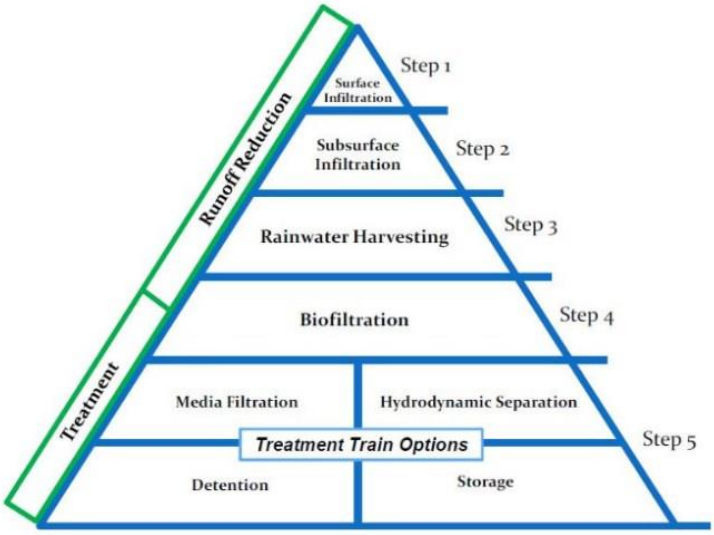


Figura 2.1: Tecnologia LID a cinque stadi

A livello regionale, le direttive UE sono state incorporate nel Regolamento Regionale 7/2017 e nelle successive modifiche. Secondo questa normativa, il controllo e la gestione delle acque meteoriche devono dare priorità ai sistemi che garantiscano infiltrazione, evapotraspirazione e riutilizzo ove possibile.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

Lo smaltimento dei volumi di acque meteoriche segue questa gerarchia:

- **Riutilizzo:** utilizzare l'acqua piovana immagazzinata per attività come annaffiare giardini, lavare marciapiedi e automobili, a condizione che rispetti gli standard di qualità e sia fattibile.
- **Infiltrazione**: Infiltrare l'acqua piovana nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, garantendo compatibilità con le caratteristiche pedologiche del suolo, le caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo, le normative ambientali e sanitarie, e le linee guida nelle componenti geologiche, idrogeologiche e sismiche del Piano Municipale.
- **Scarico di acque superficiali**: scaricare l'acqua piovana nei corpi idrici superficiali naturali o artificiali, rispettando i limiti di portata stabiliti dalle normative regionali.
- **Scarico nel sistema fognario**: scaricare l'acqua piovana nel sistema fognario, entro i limiti di portata stabiliti dalle normative regionali.

I metodi sopra elencati rappresentano pratiche sostenibili di gestione delle acque meteoriche allineate alle direttive UE.

Di seguito è riportata un'immagine illustrativa di un approccio di Sviluppo a Basso Impatto (LID) che incorpora sistemi di drenaggio sostenibili, tratta da "Opportunità di Sviluppo a Basso Impatto per la Regione del Pianeta".

Figura 2.2: Gestione innovativa delle acque meteoriche

Il progetto è progettato per creare spazi equilibrati e integrati in cui architettura, paesaggio, habitat e sistemi di gestione delle acque meteoriche coesistano e collaborino, mitigando sia gli impatti biofisici diretti che indiretti e riducendo il rischio idrogeologico. Questo approccio migliora la sostenibilità e la resilienza.

Il progetto presenta molti vincoli dal punto di vista ambientale, che vengono discussi in dettaglio nel capitolo 3, il più rilevante dei quali è la bassa profondità della falda acquifera. Per questo motivo, si decise di utilizzare serbatoi sotterranei in cemento per sostenere superfici impermeabili e coperte.

Il progetto include reti di raccolta separate per il deflusso delle acque di deflusso dei depositi, che subiscono un pretrattamento dedicato per la rimozione di sabbia e petrolio, e per l'acqua piovana proveniente dalle pluviali. Per informazioni dettagliate sulle dimensioni, consultare il Report MIL07-DBA-EX-XX-CA-C-52001. Entrambi i tipi di acqua sono indirizzati verso serbatoi di laminazione sotterranei in cemento.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

Per ottimizzare la rete di drenaggio - minimizzando condotte, diametri e profondità di scavo - la configurazione progettuale prevede due serbatoi di laminazione sotterranei (**DT1** e **DT2**). DT1, situato nel settore sud-ovest del sito, raccoglie il deflusso da strade e cortili nelle aree nord-ovest, ovest e sud, nonché il deflusso dal tetto proveniente dai pluviali lungo la facciata sud dell'edificio principale. DT2, situato nel settore sud-est, raccoglie il deflusso da strade e cortili nelle aree nord-est ed est, il deflusso dal tetto proveniente dai pluviali lungo la facciata nord e il deflusso dalle aree soggette alla regolamentazione regionale sul primo lavaggio (RR 04/2006).

Per la dimensione di queste opere, si prega di consultare il Capitolo 6.

Per rendere le aree verdi idraulicamente indipendenti, esse saranno delimitate e ribassate localmente in modo da evitare che il deflusso si riversi nel resto del sito. È previsto un bacino di laminazione (DP1) all'interno dell'area verde interna.

Nella fase successiva di progettazione, verrà valutata l'inclusione di opere di infiltrazione alla base di DP1. Una volta definite le elevazioni esistenti e progettate delle aree verdi perimetrali esterne, verrà valutata anche la necessità di ulteriori bacini di laminazione o altri NBS.

Il posizionamento e il dimenzionamento preliminare di DP1 saranno vincolati da:

- la permeabilità dei suoli che formano l'argine del progetto;
- eventuali vincoli ambientali legati alla qualità del suolo;
- interferenze con le utenze sotterranee pianificate;
- coordinamento con la progettazione del paesaggio;
- potenziale interferenza con la falda acquifera.

Questi stessi vincoli si applicheranno anche a eventuali bacini di laminazione aggiuntivi o NBS che potrebbero essere progettati nella fase successiva.

DP1 sarà dimensionato per garantire che l'area interna verde di drenaggio rimanga idraulicamente indipendente per il periodo di progettazione di riferimento, considerando solo la portata di infiltrazione come uscita di uscita. Per criteri di dimensionamento e calcoli, si riferisce al Capitolo 6.

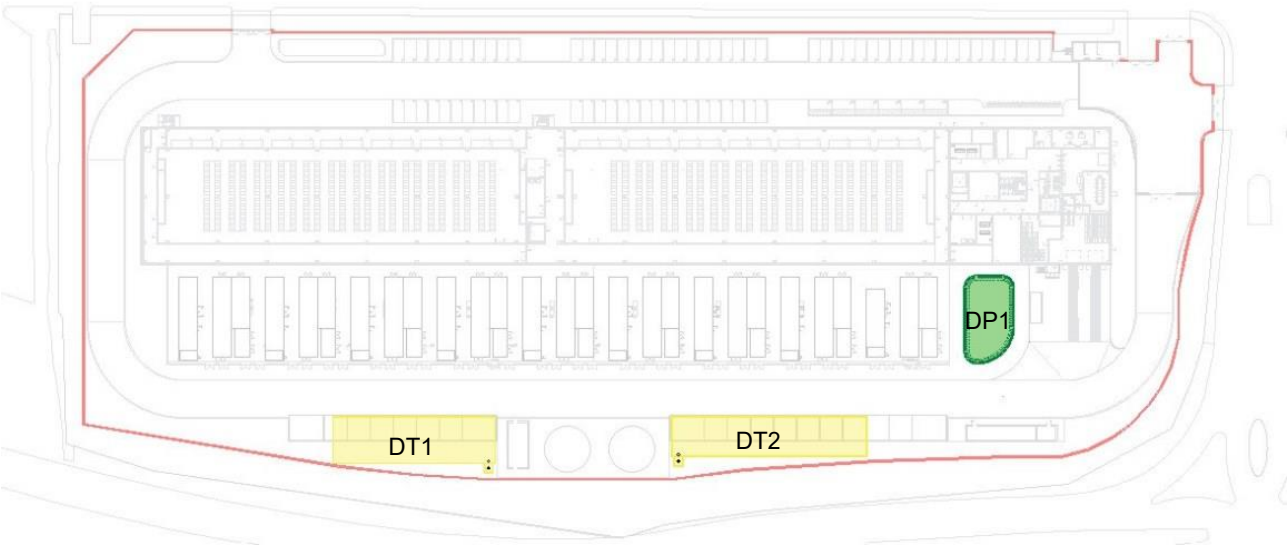


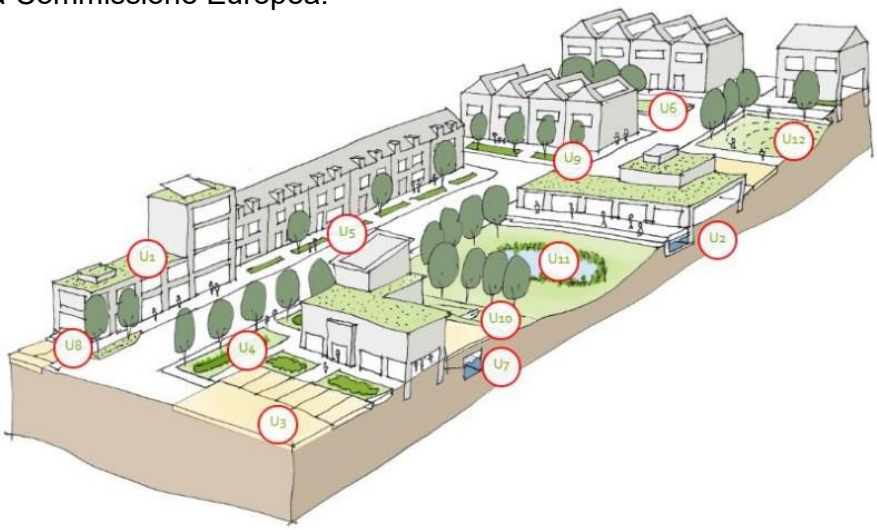
Figura 2.3: Pianta dei serbatoi di laminazione DT1 e DT2 e del bacino di laminazione DP1

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

2.1. Funzioni generali dei SuDS

Questa sezione illustra le soluzioni di design adottate, dettagliandone la funzionalità e i materiali.

I Sistemi di Drenaggio Sostenibile (SuDS) sono stati approfonditamente affrontati nelle linee guida internazionali e, più recentemente, nazionali. La Figura 2.4 presenta un esempio di applicazione in un contesto urbano, mentre la Figura 2.5 illustra schematicamente i principali tipi di SuDS. Queste immagini provengono dal progetto pilota NWRM finanziato dalla Direzione Generale per l'Ambiente della Commissione Europea.



U01	Green Roofs
U02	Rainwater Harvesting
U03	Permeable surfaces
U04	Swales
U05	Channels and rills
U06	Filter Strips
U07	Soakaways
U08	Infiltration Trenches
U09	Rain Gardens
U10	Detention Basins
U11	Retention Ponds
U12	Infiltration basins

Figura 2.4: Esempi di SuDS applicati in un contesto urbanizzato

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

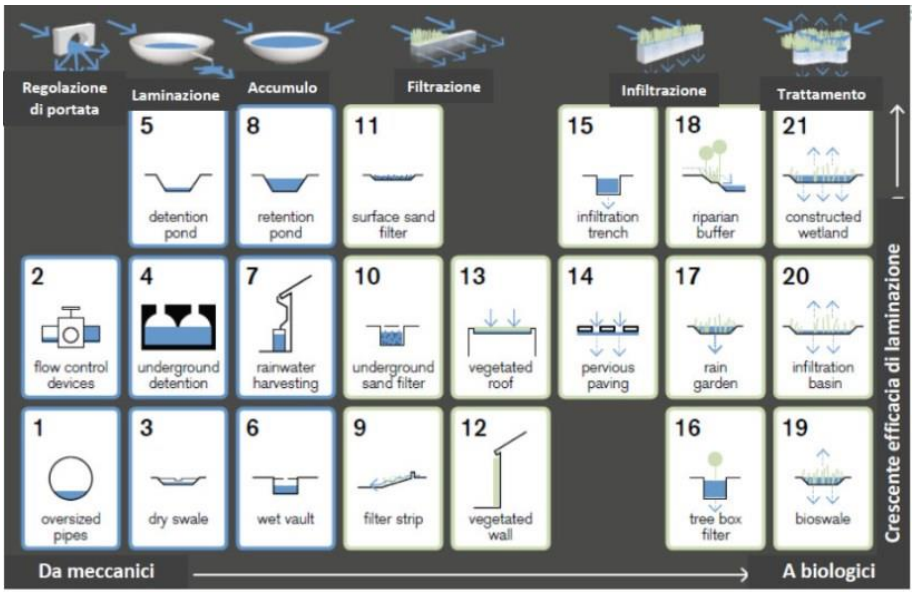


Figura 2.5: Schematizzazione dei principali sistemi di drenaggio sostenibile

Partendo dall'analisi dei SuDS tipici riportati nella letteratura tecnica, sono stati progettati lavori misti estesi e multifunzionali per svolgere scopi multipli e complementari:

1. consentire grandi volumi distribuiti di laminazione/trattenuta;
2. aumentare l'infiltrazione per ridurre di conseguenza il volume di attenuazione a monte;
3. installare componenti nel sistema di gestione delle acque meteoriche con bassi costi di costruzione e, in termini LCA, con bassi impatti ambientali e basso consumo di materiali ed energia;
4. implementare vegetazione erbacea, arbustiva e arborea autoctona certificata;
5. raggiungere un alto valore estetico ed ecologico;
6. migliorare l'usabilità dell'area;
7. ridurre l'isola di calore.

2.2. Il ruolo del suolo

Il suolo è il primo e più importante elemento nella costruzione di un sistema di drenaggio sostenibile. È una risorsa ecologicamente e economicamente preziosa, limitata e non rinnovabile.

Le caratteristiche agronomiche del suolo superficiale possono influire significativamente sull'efficacia del sistema, potenzialmente riducendo la capacità del campo, ostacolando la crescita della vegetazione, riducendo la capacità di evapotraspirazione e aumentando i tassi di infiltrazione.

La tabella sottostante, tratta dalla letteratura, mostra i possibili effetti delle varie caratteristiche del suolo.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

TABELLA 2 - Principali caratteristiche del terreno in funzione della tessitura

Parametro	Argilloso	Limoso	Sabbioso	Medio impasto
Csc (1)	alta > 20	media 10-20	bassa < 10	medio alta
Ritenzione idrica	alta	media	scarsa	media-alta
Mobilità elementi nutritivi	scarsa	scarsa	alta	media
Tendenza alla formazione di crepe	alta	media	scarsa	scarsa
Ristagno idrico	alta	alta	bassa	media
Mineralizzazione sostanza organica	bassa	bassa	alta	media
Tendenza alla formazione di crosta	bassa	alta	bassa	bassa

(1) Capacità di scambio cationico.

Figura 2.6: Caratteristiche principali del suolo in funzione della consistenza

Ovunque siano previsti i SuDS nella disposizione del progetto, la preparazione adeguata del terreno sarà effettuata tramite aerazione. Se il terreno superficiale esistente non è adatto, verrà ricreato un substrato drenante per aumentare la temporanea ritenzione idrica.

Nei casi in cui sia necessario rimuovere e sostituire il terreno, sono raccomandate le seguenti caratteristiche minime:

- 50-60% sabbia;
- 20-30% di terreno fertile;
- 20-30% compost.

Questi valori sono indicativi e devono essere confermati durante la fase di esecuzione in consultazione con l'agronomo nominato.

2.3. Tipologie di SuDS utilizzate

Le tipologie SuDS utilizzate nel progetto sono le seguenti:

- aree verdi depresse;
- pavimentazione e superfici semipermeabili;
- bacini di laminazione e infiltrazione.

2.3.1. Aree verdi depresse

Tutte le aree verdi saranno abbassate per fornire un volume di attenuazione aggiuntivo e favorire un'infiltrazione diffusa. Questo design consente il drenaggio all'interno dell'area verde stessa e delle aree limitrofe.

Tipicamente, la depressione tra le aree verdi e le superfici impermeabili adiacenti varia da 15 a 30 cm.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

Figura 2.7: Area verde depressa tipica

2.3.2. Pavimentazione e superfici semipermeabili

La pavimentazione permeabile è adatta sia per aree pedonali che veicolari, adattandosi al traffico leggero o intenso.

Questo tipo di superficie, combinato con una base di drenaggio appropriata, consente un contenimento parziale, filtrazione e infiltrazione dell'acqua.

Questo approccio facilita una gestione diffusa dell'acqua piovana prima della concentrazione, con trattamenti aggiuntivi tramite filtrazione nel sottosuolo.

Queste superfici svolgono diverse funzioni:

- filtrazione,
- adsorbimento,
- biodegradazione,
- sedimentazione.

I pavimenti permeabili possono essere continui o discontinui.

Le pavimentazioni continue assomigliano alle superfici stradali convenzionali ma utilizzano miscele permeabili di asfalto o calcestruzzo, ottenute riducendo la sabbia e altri aggregati fini nella miscela.

Le pavimentazioni in asfalto che drenano presentano un percorso di usura permeabile su un legante impermeabile, garantendo un drenaggio e una filtrazione efficaci della superficie. Tuttavia, per eguagliare i benefici di altri tipi, richiedono l'integrazione con diversi sistemi di drenaggio sostenibili.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

Le pavimentazioni discontinue, invece, coinvolgono elementi in calcestruzzo prefabbricati che sono perforati e incastrati.

Figura 2.8: Esempi di pavimenti permeabili continui e discontinui

2.3.3. Bacino di laminazione e infiltrazione

Le aree di laminazione servono temporaneamente a immagazzinare acqua piovana durante forti piogge, rilasciandola gradualmente successivamente per ridurre la pressione sulle reti di drenaggio urbane. Questi sistemi impiegano vari metodi di drenaggio, inclusi sistemi di infiltrazione puntuale (come fosse di immersione e trincee) e sistemi estesi come bacini di infiltrazione.

Nel nostro progetto, abbiamo incorporato un bacino di laminazione e infiltrazione chiamato DP1, illustrato nella Figura 2.3. Per migliorare l'efficienza dell'infiltrazione, i bacini dovrebbero essere situati su terreni ad alta permeabilità, idealmente suoli sabbiosi con ghiaia grossollana che favoriscano il drenaggio e prevengono l'accumulo d'acqua. I bacini di infiltrazione tipicamente presentano una copertura erbosa sulle sponde e sul fondo per stabilizzare l'area e filtrare gli inquinanti trasportati dall'acqua piovana. Le radici delle piante aumentano ulteriormente la capacità di infiltrazione del suolo creando vie di infiltrazione preferenziali.

La profondità del bacino è calcolata per mantenere un tempo massimo di ritenzione idrica di 24-48 ore durante gli eventi di dimensionamento idraulico. Per gestire le inondazioni durante periodi di ritorno più brevi (ad esempio, 2 o 5 anni), possono essere integrate misure aggiuntive come trincee di drenaggio o soluzioni di attenuazione sotterranea per minimizzare gli impatti visibili sulla superficie.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

Figura 2.9: Esempio di bacino di laminazione e infiltrazione

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

3. ANALISI DEI VINCOLI IDRAULICI PER LAVORI DI INFILTRAZIONE E LAMINAZIONE

L'implementazione di sistemi di laminazione e infiltrazione richiede un'analisi approfondita di numerosi vincoli ambientali e territoriali che possono limitarne la realizzazione e influire sulla loro efficacia. Questi vincoli comprendono vari aspetti, tra cui:

- limitazioni territoriali, come il rispetto delle zone di cuscinetto infrastrutturali strategiche (ad esempio, pozzi d'acqua potabile, linee elettriche, condotte di metano);
- effetti operativi di grandi strutture idrauliche che possono alterare i livelli della falda acquifera;
- considerazioni ambientali come la contaminazione del suolo e delle acque sotterranee;
- fattori specifici del sito che influenzano la capacità di infiltrazione del suolo, come i livelli di falda acquifera, la presenza di suoli impermeabili e le utenze o costruzioni sotterranee.

Per ulteriori approfondimenti relativi ai vincoli territoriali e ambientali, si rimanda ai documenti specialistici dedicati a questi argomenti.

Di seguito è riportato un riassunto dei tipici vincoli idraulici di progettazione:

- analisi topografica;
- valutazioni piezometriche nell'area di intervento:
- possibili requisiti relativi alle fasce di rispetto attorno ai pozzi di acqua potabile;
- valutazioni della permeabilità idraulica dei suoli.

Questi fattori svolgono un ruolo fondamentale nel determinare la fattibilità e le specifiche di progettazione dei sistemi di laminazione e infiltrazione all'interno di contesti specifici del progetto.

3.1. Analisi topografica

Il sito si trova nel settore settentrionale del Comune di Siziano. È disponibile un rilievo topografico per le aree interne del sito e le strade circostanti, mentre le aree verdi perimetrali esterne non sono ancora state rilevate. Sulla base dei dati disponibili, la piattaforma del sito attualmente si trova più bassa (circa 91,8 m s.l.m.) rispetto alle strade adiacenti (circa 92,0 m s.l.m.).

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

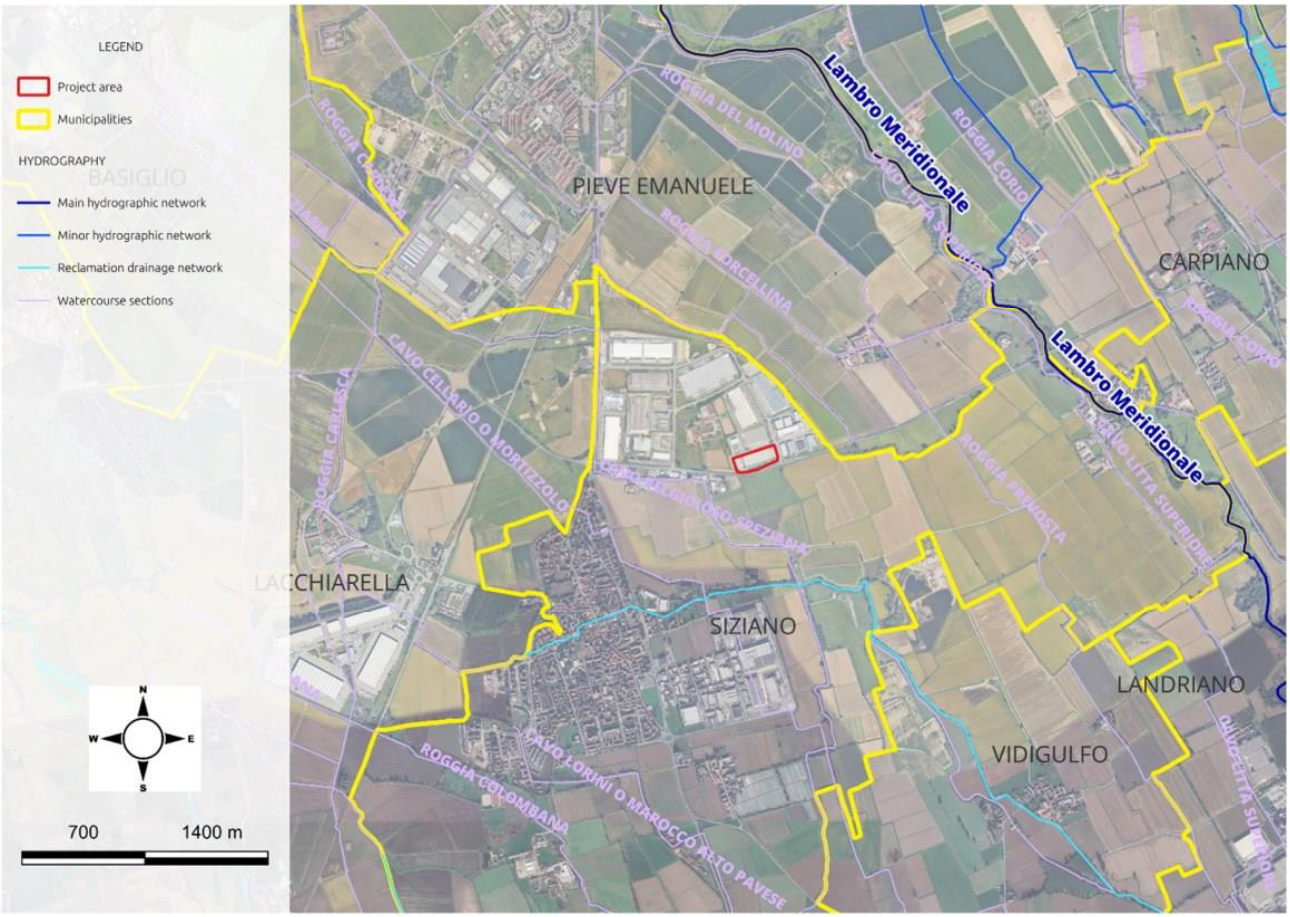


Figura 3.1: panoramica generale del sito

Sebbene la livellazione del progetto non sia stata finalizzata, e in accordo con il Cliente, il progetto preliminare prevede una piattaforma piana che attraversa l'intero sito a 92,0 m s.l.m., approssimativamente in corrispondenza con il livello della strada lungo Via Liguria (confine nord).

Per completezza, è stato consultato anche il Modello Digitale del Terreno (DTM) regionale 5x5 – osservando che l'area del progetto non è coperta dal LiDAR da 1×1 m. Questa analisi indica una generale diminuzione dell'altitudine da nord-ovest a sud-est, drenando verso il Lambro Meridionale.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

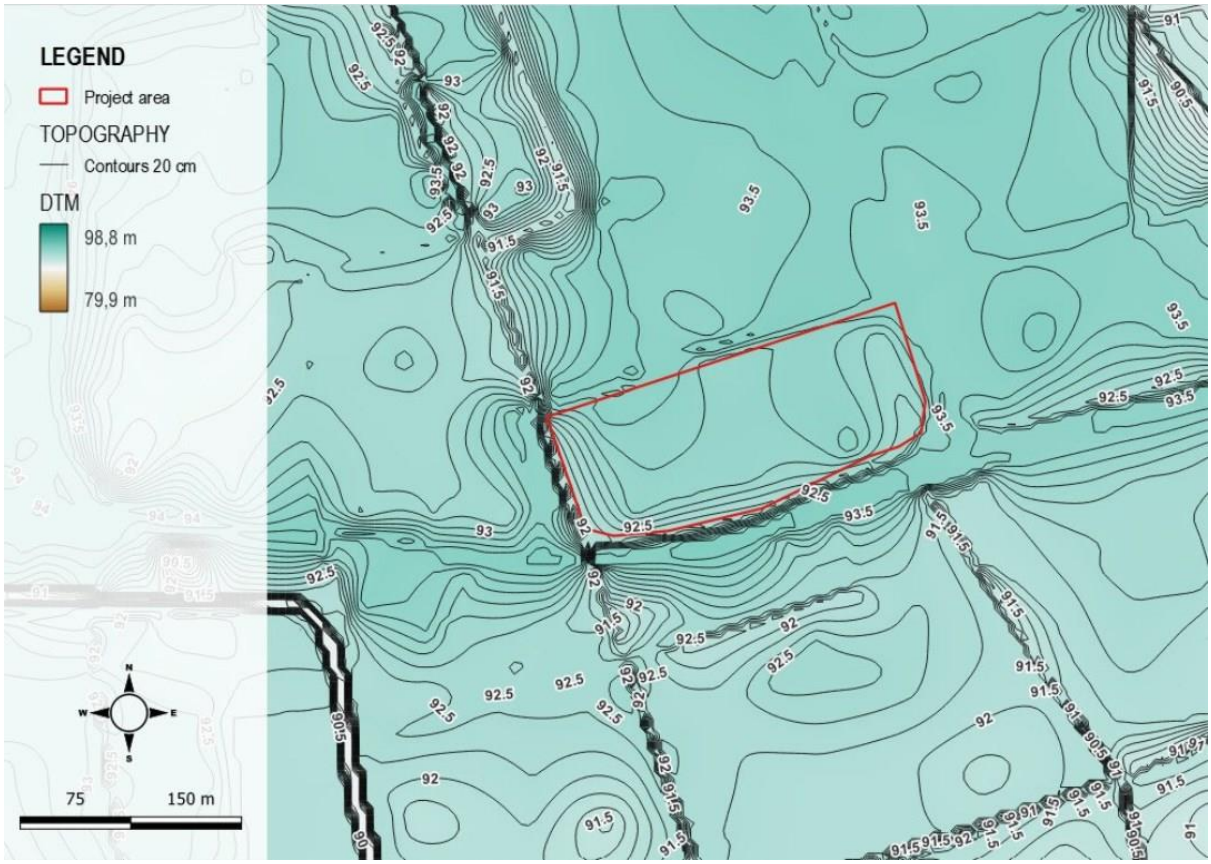


Figura 3.2: Struttura topografica dal DTM Lombardia 5x5 m

3.2. Piezometria

Come mostrato negli estratti cartografici del Piano per il Governo del Territorio (PGT) del Comune di Siziano, il sito ha un livello di falda acquifera di circa 88 e 89 m s.l.m.

Considerando l'attuale quota media del terreno pari a 91,8 m s.l.m., la profondità attuale della falda è quindi di circa 2,8–3,8 m sotto il piano campagna. Secondo l'assunzione progettuale di una piattaforma piana a 92,0 m s.l.m., la profondità prevista della falda varierebbe tra circa 3,0 e 4,0 m sotto il piano campagna, in linea con le indicazioni del PGT.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

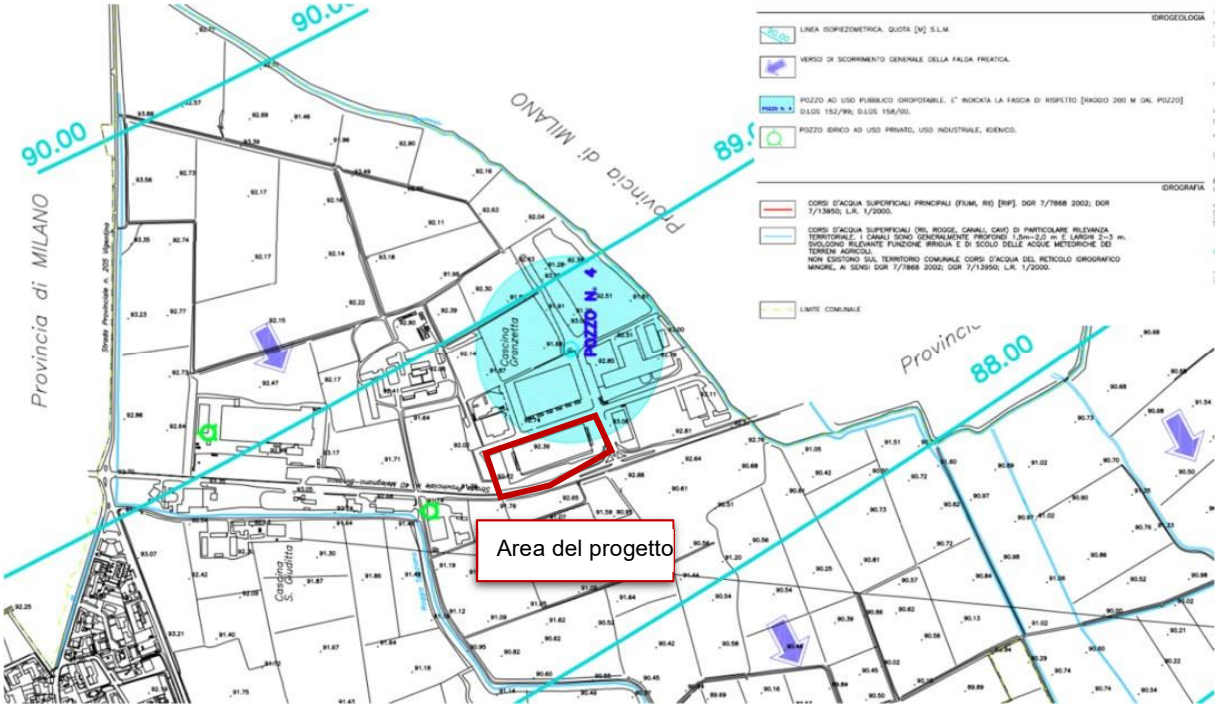


Figura 3.3: Mappa idrogeologica e mappa della rete idrografica Tav.2 – PGT Siziano

Durante il programma di indagine geognostica, sono state effettuate n.3 indagini di carotaggio continuo fino a una profondità di 30,0 m dal livello attuale del suolo (S1, S2, PZ1), e n.3 ulteriori rilievi di carotaggio continui sono stati effettuati fino a una profondità di 10,0 m dal livello attuale del terreno (PZ2, PZ3, PZ4).

Le indagini sono state condotte il 21 e 22 luglio 2025 dal geologo S. Scarabelli e documentate in un Report dedicato.

Una mappa che mostra la posizione dei pozzi è fornita nella Figura 3.4, mentre la Tabella 3.1 riporta i valori del livello delle acque sotterranee registrati in ciascun pozzo.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

Figura 3.4: Ortofoto con la posizione delle indagini geognostiche

Tabella 3.1: Risultati delle indagini di carotazione continua

NUMERO DI RILEVAMENTO	PROFONDITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE [M]
S1	1.1
S2	2.3
PZ1	1.7
PZ2	2.4
PZ3	2.4
PZ4	2.4

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

3.3. Verifica delle fasce di rispetto dei pozzi di acqua potabile secondo il Piano di Governo del Territorio

Il Piano di Governo del Territorio del Comune di Siziano a Tav. 3 8 "Mappa dei vincoli amministrativi, paesaggistici e monumentali" identifica le zone cuscinetto di 200 m provenienti dai pozzi di acqua potabile che non sono compatibili con l'uso di dispositivi di infiltrazione.

Come si può vedere dalla seguente vista in piano, un'area di protezione del pozzo si sovrappone parzialmente a una piccola porzione del sito nell'angolo nord-est. In questa specifica area non saranno previsti lavori di infiltrazione.

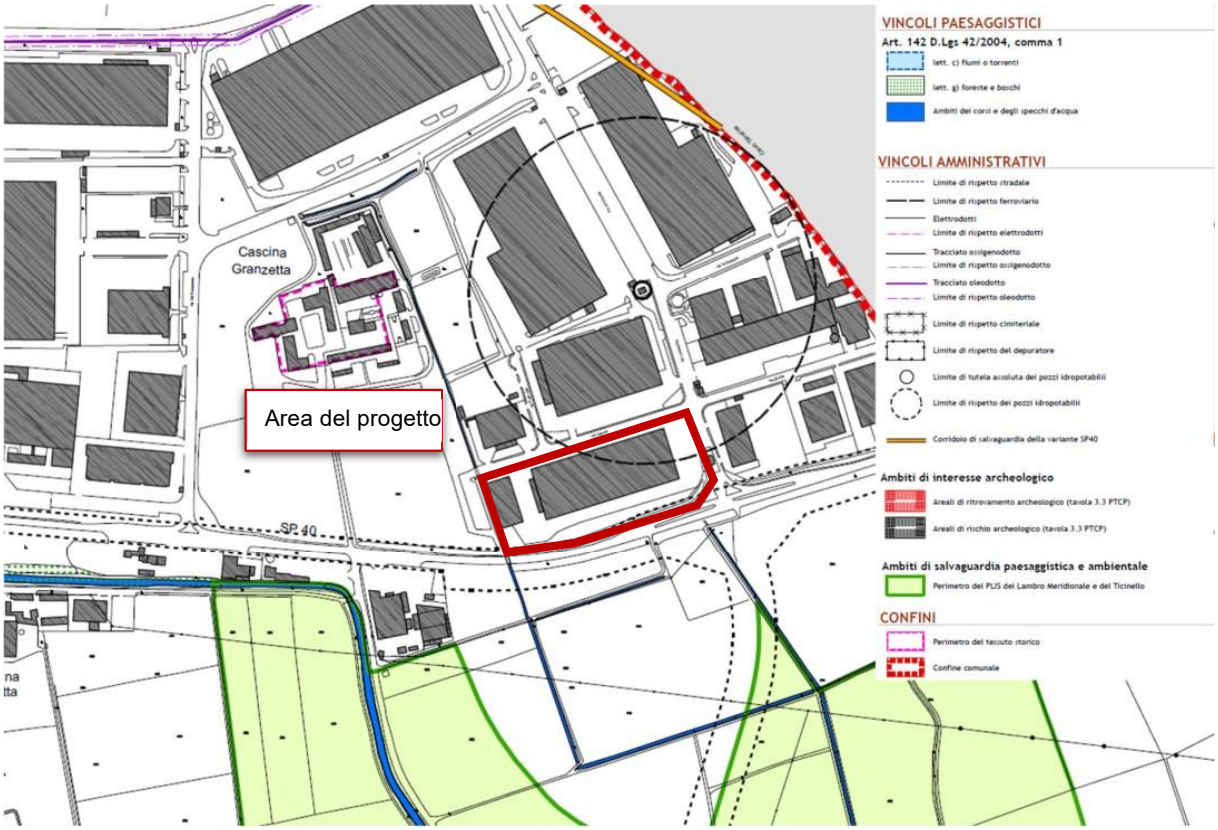


Figura 3.5: Mappa dei vincoli amministrativi, paesaggistici e monumentali Tav.3 – PGT Siziano

3.4. Permeabilità idraulica dei suoli

Come mostrato negli estratti cartografici del Piano per il Governo del Territorio (PGT) del Comune di Siziano (Figura 3.6), l'area del progetto si trova in una zona composta prevalentemente da sabbia mal classificata con limo e ghiaia. Per questo tipo di suolo, la letteratura suggerisce un intervallo di permeabilità ragionevole di circa 10^{4} – 10^{6} m/s.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

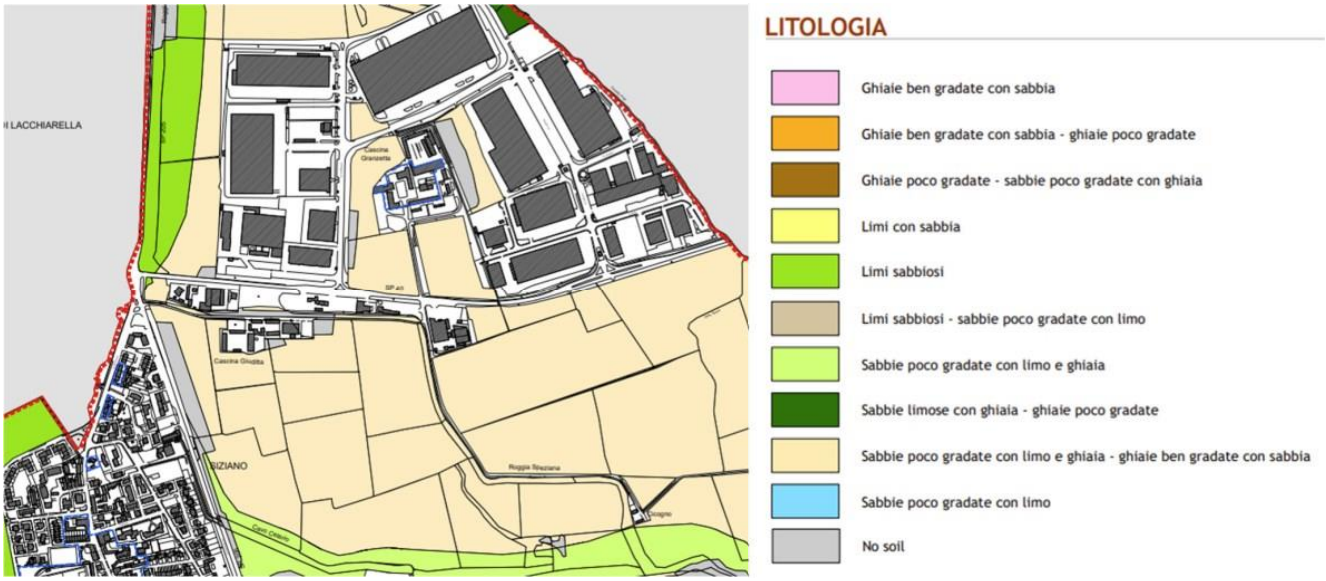


Figura 3.6: Mappa litologica – PGT Siziano

Durante l'esecuzione dei rilievi di carotaggio continuo, sono stati effettuati i test di permeabilità di Lefranc n.4. La Figura 3.7 mostra una rappresentazione schematica dell'allestimento del test. Nella Tabella 3.2 sono riportati i valori di riferimento degli intervalli di profondità studiati e i valori stimati della permeabilità. Basandomi su questi risultati. **Il coefficiente di permeabilità più basso identificato dai test di Lefranc, pari a 2,4×10 ⁵ m/s, è stato adottato con prudenza.**

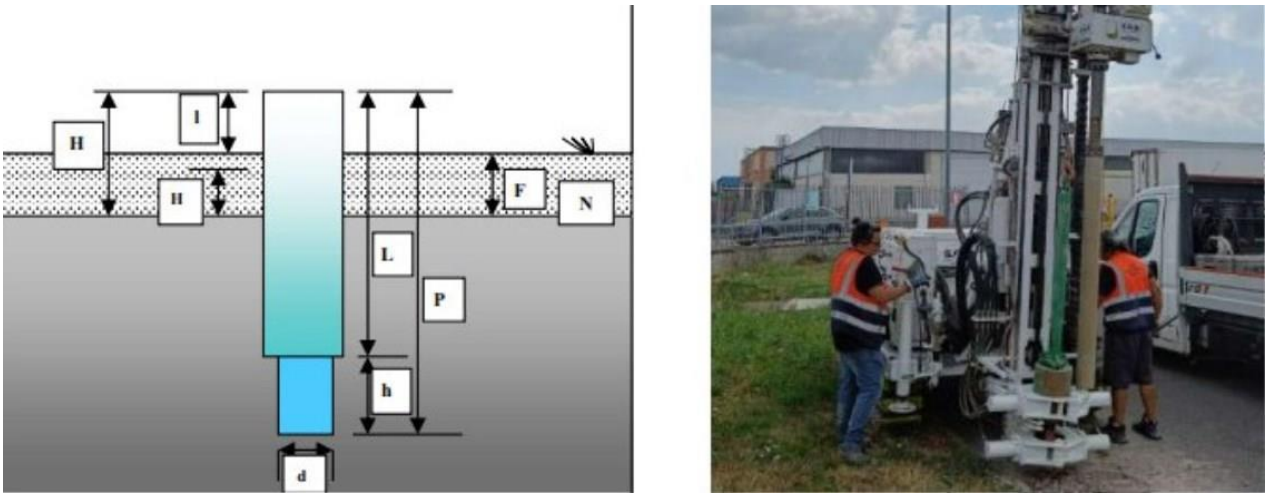


Figura 3.7: Test di permeabilità – metodo Lefranc

Tabella 3.2: Risultati del test di permeabilità – metodo Lefranc

NUMERO DI RILEVAMENTO	L [m]	P [m]	K [m/s]
Test 1	1.50	1.80	3.3E-05
Test 2	1.50	1.80	2.5E-05
Test 3	1.40	1.70	2.4E-05
Test 4	0.65	0.75	4.2E-05

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

4. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FUORIUSCITE E ACQUE POTENZIALMENTE

Sono state identificate aree all'interno della disposizione del progetto dove potrebbero verificarsi fuoriuscite accidentali di inquinanti e sono dettagliate di seguito:

- aree destinate all'installazione di generatori elettrici e ai porti di carico/scarico suscettibili a fuoriuscite di petrolio e carburante (soggette al regolamento regionale RR n. 4/2006 riguardante il primo lavaggio);
- la baia di carico/scarico, sebbene non soggetta alla normativa regionale RR n.4/2006 riguardante il primo flush, è comunque indirizzata allo stesso sistema di drenaggio dell'area della portiche a causa della topografia del sito;
- aree attraversate dai veicoli (strade interne e piazzali), dove sono possibili fuoriuscite di petrolio e carburante (non soggette al regolamento regionale RR n. 4/2006 riguardante il primo flush).

Per evitare che fuoriuscite accidentali o acqua contaminata raggiungano i serbatoi di laminazione e il recettore finale del corpo idrico sono state implementate le seguenti misure di progettazione:

- generatori elettrici e aree di carico/scarico:
  - installazione di separatori di granula d'olio per trattare precipitazioni fino a 5 mm di altezza;
  - la conformità al regolamento regionale RR n. 4/2006 richiede che i flussi trattati siano diretti verso le fognature pubbliche;
  - il deflusso successivo di queste aree sarà diretto verso serbatoi di laminazione.
- Strade interne e piazzali:
  - trattamento continuo di de-levigatura e soliatura del deflusso superficiale prima che raggiunga i serbatoi di laminazione.

Queste misure garantiscono che i potenziali inquinanti siano gestiti e contenuti efficacemente, proteggendo la qualità del suolo e dell'acqua all'interno dell'area del progetto.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

5. QUADRO NORMATIVO PER LA SITO CLASSIFICAZIONE SECONDO A GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

5.1. Regolamenti regionali: Criteri e metodi per la conformità alla gestione delle acque meteoriche 7/2017

Secondo il Regolamento Regionale 7/2017 della Regione Lombardia e le successive modifiche, gli interventi sono classificati in base alla classe di intervento, alla dimensione del progetto e alla variazione dei coefficienti di deflusso.

Il progetto in questione rientra nell'intervallo da 1 a 10 ettari, collocandolo nella classe degli interventi "ad alto potenziale impermeabile". Ai sensi dell'Articolo 9 del R.R. 7/2017, questa classe richiede l'adozione della modalità di calcolo "Procedura Dettagliata".

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Figura 5.1: Tabella 1 allegata alla R.R. 7/2017 della Regione della Lombardia

Inoltre, il R.R. 7/2017 specifica i valori massimi di scarica di acque meteoriche in recettori e volumi minimi di attenuazione, basati sulla posizione all'interno del territorio regionale, garantendo coerenza idraulica e idrologica in mezzo ai cambiamenti nell'uso del suolo.

Il territorio regionale è suddiviso in tre zone di criticità idraulica: A, B e C.

Secondo l'Allegato C del R.R. 7/2017, l'area del progetto rientra nella categoria B.

Per questa categoria, il limite di scarico nei corpi idrici riceventi è fissato a 20 l/s/ettaro di superficie del progetto.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

6. ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA

Lo studio idraulico-idrologico era strutturato attorno ai seguenti componenti chiave:

- analisi idrologica:
  - identificazione dei periodi di reso;
  - determinazione delle curve Altezza-Durata-Frequenza (DDF) per vari periodi di ritorno;
  - identificazione delle aree di drenaggio e dei loro coefficienti di deflusso di acqua;
- progettazione idraulica preliminare dei serbatoi di laminazione:
  - costruzione di ietografi a progetto grosso;
  - stima dei processi di infiltrazione e identificazione degli hietografi di progettazione della rete;
  - identificazione del limite massimo di portata di ogni serbatoio sotterraneo in calcestruzzo;
  - simulazione del processo di laminazione e della dimensionazione del bacino di laminazione utilizzando la procedura dettagliata per ogni serbatoio sotterraneo in calcestruzzo;
  - dimensionamento preliminare della condotta di scarico di ogni serbatoio di laminazione sotterraneo in cemento;
- progettazione idraulica preliminare del bacino di laminazione e infiltrazione DP1:
  - calcoli preliminari della portata di infiltrazione del bacino di laminazione e infiltrazione;
  - simulazione del processo di laminazione e della dimensionazione del bacino di laminazione utilizzando un metodo semplificato;
- calcolo del tempo di svuotamento di ogni serbatoio di laminazione e del bacino di laminazione.

6.1. Analisi idrologica

6.1.1. Identificazione del periodo di ritorno

L'evento di pioggia progettato utilizzato nei calcoli idrologici e nelle simulazioni idrauliche viene selezionato in base al concetto di periodo di ritorno. Il periodo di ritorno di un evento si riferisce al tempo medio tra l'occorrenza di due eventi successivi di entità uguale o superiore a un valore di intensità specificato, oppure, in alternativa, al tempo medio durante il quale un valore di intensità specificato viene uguagliato o superato almeno una volta.

La probabilità PN che un evento con periodo di ritorno T si verifichi in N anni è data dalla seguente formula:

$$PN = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

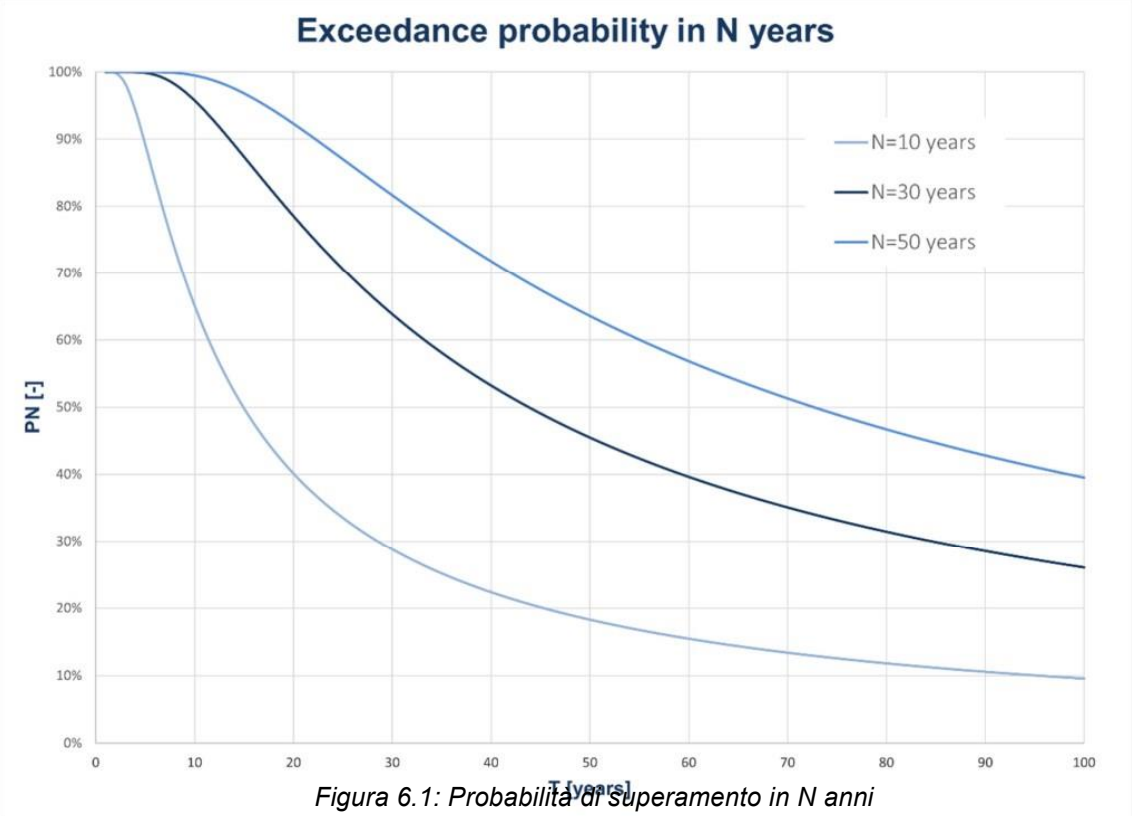


Figura 6.1: Probabilità di superamento in N anni

Secondo l'Articolo 11 del R.R. 7/2017, punto 2, lettera a, si considera un periodo di ritorno di **50 anni** per dimensionare il bacino di laminazione, mentre un periodo di ritorno di **100 anni** viene utilizzato per verificare i freeboards di sicurezza della struttura progettata.

Nelle fasi successive di progettazione, lo sviluppatore può richiedere la verifica dei tabelloni di sicurezza anche per scenari con tempi di ritorno più elevati.

6.1.2. Determinazione delle curve DDF per vari periodi di ritorno

Le curve altezza-durata-frequenza (DDF) specificano l'altezza di precipitazione per una data durata, ciascuna riferita a un periodo di ritorno specificato.

La formula utilizzata da ARPA Lombardy è presentata di seguito:

$$h(D) = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

dove:

- h (D) rappresenta l'altezza della precipitazione per una data durata,
- a_1 e n sono parametri caratteristici delle curve di probabilità di precipitazione, che sono indipendenti dal periodo di ritorno e dal sito specifico,
- w_T è un fattore di crescita calcolato sulla base dei parametri specifici del sito della distribuzione statistica GEV (Generalized Extreme Value):

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k}\left\{1 - \left[ln\left(\frac{T}{T-1}\right)^k\right]\right\}$$

I parametri caratteristici per le curve DDF utilizzati per determinare la precipitazione di progetto sono conformi a quelli forniti da ARPA Lombardia per tutte le località all'interno della regione. Questi parametri sono accessibili tramite il sito web di ARPA Lombardia, in particolare tramite il link:

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml, che copre vari periodi di ritorno e durate che vanno da 1 a 24 ore.

Per l'area specifica di interesse, i parametri della curva DDF sono:

$$a_1 = 27.79$$
$$n = 0.2958$$

I parametri di distribuzione statistica GEV sono:

$$\alpha = 0.2912$$
$$\varepsilon = 0.8104$$
$$k = -0.069$$

Nell'idrologia urbana, dove i bacini sono tipicamente piccoli e i tempi di deflusso brevi, l'attenzione è posta su eventi di pioggia intensa che durano meno di un'ora.

In assenza di dati alternativi, è stato adottato un valore di 0,5 per il parametro n, come indicato nell'Allegato G del R.R. 7/2017, mantenendo invariati gli altri parametri.

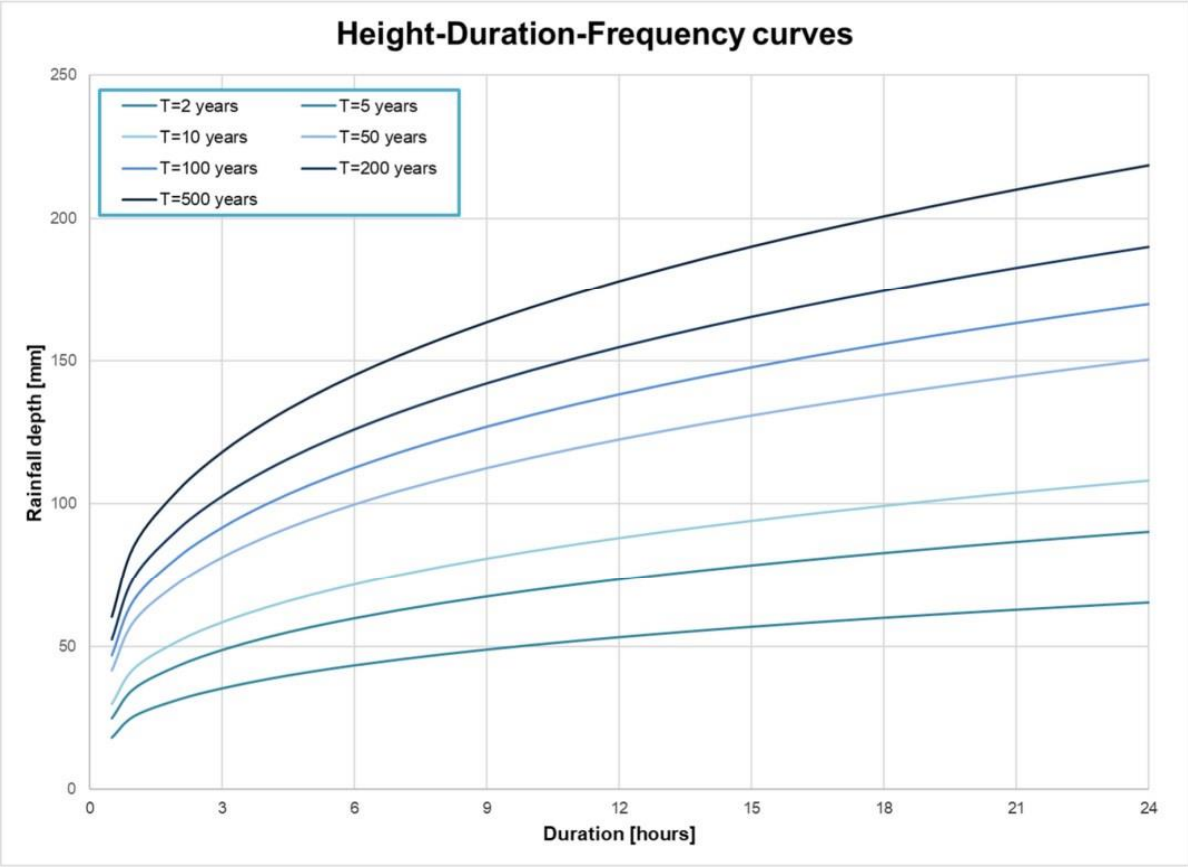


Figura 6.2: Curve di Frequenza Altezza Durata (DDF)

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

Tabella 6.1: Curve di Frequenza Altezza Durata (DDF)

T [anni]	2	5	10	50	100	200	500
Wt	0.92	1.27	1.52	2.11	2.39	2.67	3.07
d [ore]	**Profondità di precipitazione h [mm]**						
0.5	18	25	30	42	47	53	60
1	26	35	42	59	66	74	85
2	31	43	52	72	81	91	105
3	35	49	58	81	92	103	118
4	38	53	64	89	100	112	129
5	41	57	68	95	107	120	137
6	43	60	72	100	113	126	145
7	45	63	75	104	118	132	152
8	47	65	78	109	123	137	158
9	49	68	81	113	127	142	163
10	50	70	83	116	131	147	169
11	52	72	86	119	135	151	173
12	53	74	88	123	138	155	178
13	55	75	90	125	142	159	182
14	56	77	92	128	145	162	186
15	57	79	94	131	148	165	190
16	58	80	96	133	151	169	194
17	59	82	98	136	153	172	197
18	60	83	99	138	156	175	201
19	61	84	101	140	158	177	204
20	62	86	102	143	161	180	207
21	63	87	104	145	163	183	210
22	64	88	105	147	166	185	213
23	65	89	107	149	168	188	216
24	65	90	108	150	170	190	218

Basandosi sulle considerazioni sopra espressa, le curve di probabilità derivate sono le seguenti

- per durate superiori a un'ora:

$$h(D) = a_1 \, w_T \, D^n$$

- per durate h inferiori a un'ora:

$$h(D) = a_1 \, w_T \, D^{0.5}$$

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

6.1.3. Descrizione delle aree di drenaggio progettate e dei coefficienti di deflusso

Per determinare la portata di progetto, si calcola l'area di drenaggio impermeabile del sito.

L'area del sito è suddivisa in sottoaree in base ai loro tipi di copertura superficiale; ciascuna ha assegnato uno specifico coefficiente di permeabilità secondo il Regolamento Regionale 7/2017 e le successive modifiche della Regione Lombardia.
La precipitazione effettiva, che rappresenta la parte di precipitazione che contribuisce alla formazione dell'onda di piena, viene calcolata utilizzando il metodo percentuale. Questo metodo assume una percentuale costante di perdita di pioggia durante l'evento. Il coefficiente di decollamento, indicato come
φ, caratterizza l'evento confrontando il volume delle precipitazioni nette (P_{net}) alla precipitazione totale(P):

$$\varphi = \frac{P_{net}}{P}$$

La pioggia netta si ottiene moltiplicando la pioggia sintetica per il coefficiente di deflusso φ , assumendo infiltrazioni e deflussi uniformi durante tutto l'evento.

Le seguenti tabelle forniscono una suddivisione dettagliata delle aree di progettazione e dei relativi coefficienti di deflusso per i bacini di raccolta che drenano verso i serbatoi di laminazione DT1 e DT2 e verso il bacino di laminazione DP1.

Tabella 6.2: Valori dell'area e coefficienti di deflusso per diversi tipi di copertura per il bacino di DT1

TIPO DI SUPERFICIE	AREA [m_2]	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO [φ]
Area coperta per edifici	3145	1
Strade asfaltate e vialetti pedonali	5159	1
DT1	350	1
Area di parcheggio permeabile	700	0.7
Pannelli fotovoltaici	157	0.7
Totale	9512	0.97

Tabella 6.3: Valori dell'area e coefficienti di deflusso per diversi tipi di copertura per il bacino di bacino DT2

TIPO DI SUPERFICIE	AREA [m_2]	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO [φ]
Area coperta per edifici	6772	1
Baia di carico	454	1
Sala tecnica	112	1
Strade asfaltate e vialetti pedonali	2520	1
DT2	357	1
Area di parcheggio permeabile	367	0.7
Totale	**10582**	**0.99**

Tabella 6.4: Valori dell'area e coefficienti di deflusso per diversi tipi di copertura per il bacino di DP1

TIPO DI SUPERFICIE	AREA [m_2]	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO [φ]
Area verde	190	0.3
Totale	**190**	**0.3**

Il coefficiente medio ponderato di deflusso è 0,97 per il serbatoio di laminazione DT1, considerando un'area totale impermeabile di 0,93 ettari. Per il serbatoio DT2, il coefficiente medio ponderato di deflusso è 0,99 con un'area totale impermeabile di 1,05 ettari. Per il bacino di laminazione DP1, il coefficiente medio di deflusso è 0,3 con un'area impermeabile totale di 0,0057 ettari.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

Il coefficiente medio ponderato del deflusso per l'intero sito è calcolato a 0,98, coprendo un'area impermeabile totale di 1,98 ettari, come mostrato nella tabella sottostante.

Tabella 6.5: Valori dell'area e coefficienti di deflusso per diversi tipi di copertura per l'intero sito

TIPO DI SUPERFICIE	AREA [m_2]	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO [φ]
Area impermeabile	18869	1
Aree semipermeabili	1224	0.7
Aree verdi permeabili	190	0.3
Totale	**20284**	**0.98**

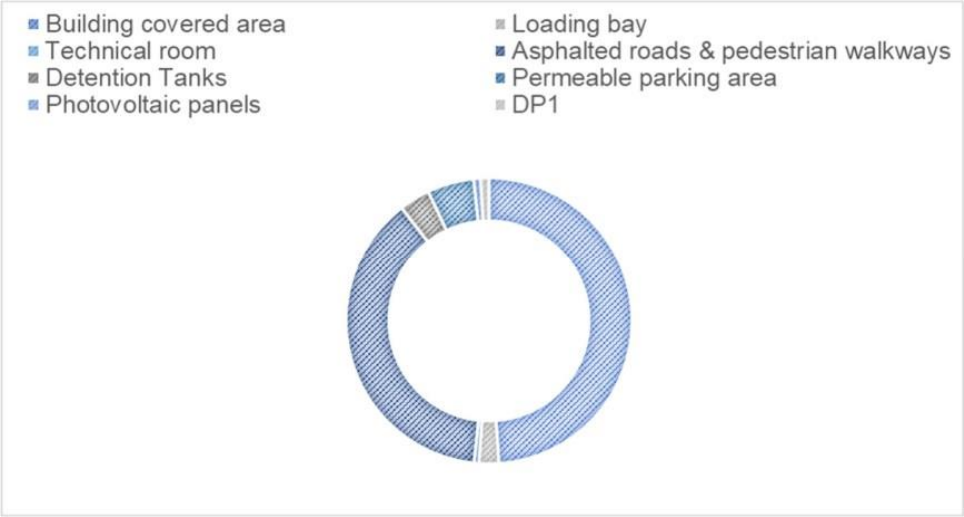


Figura 6.3: Distribuzione dell'uso del suolo

Si ribadisce che le aree verdi perimetrali esterne sono state escluse dall'analisi del deflusso superficiale, poiché saranno ridotate e abbassate localmente per non contribuire al drenaggio del sito. Nelle fasi successive di progettazione, questa ipotesi dovrà essere riverificata; Se necessario, verranno introdotte misure di drenaggio sostenibile (ad esempio, stagni di laminazione, trincee di infiltrazione) per gestire il deflusso in queste aree.

6.2. Progettazione idraulica preliminare dei serbatoi di laminazione

6.2.1. Costruzione degli ietografi di progetto lordo e netto

Uno ietografo rappresenta la distribuzione temporale discreta dell'intensità o dell'altezza di precipitazione durante un evento meteorico.

In questo progetto, il modello teorico per gli ietografi è di tipo rettangolare. Lo ietografo rettangolare assume un'intensità di precipitazione costante per una durata e un periodo di ritorno prefissati.

Per determinare la durata delle precipitazioni corrispondente al tempo di ritorno progettato (50 anni) e alla verifica del freeboard di sicurezza (100 anni), è stata analizzata una gamma di durate.

Durante la fase di pre-dimensionamento, sono state valutate numerose durate delle precipitazioni per identificare scenari critici utilizzando un metodo semplificato basato sulla sola pioggia.

Nella fase di dimensionamento, si è posta enfasi sulle durate intorno alla durata critica che massimizza il volume di attenuazione.

Questa procedura dettagliata è stata eseguita per i due serbatoi di laminazione in progetto (DT1, DT2)

Le intensità lorde di precipitazione considerate per queste durate sono riportate nelle seguenti figure:

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

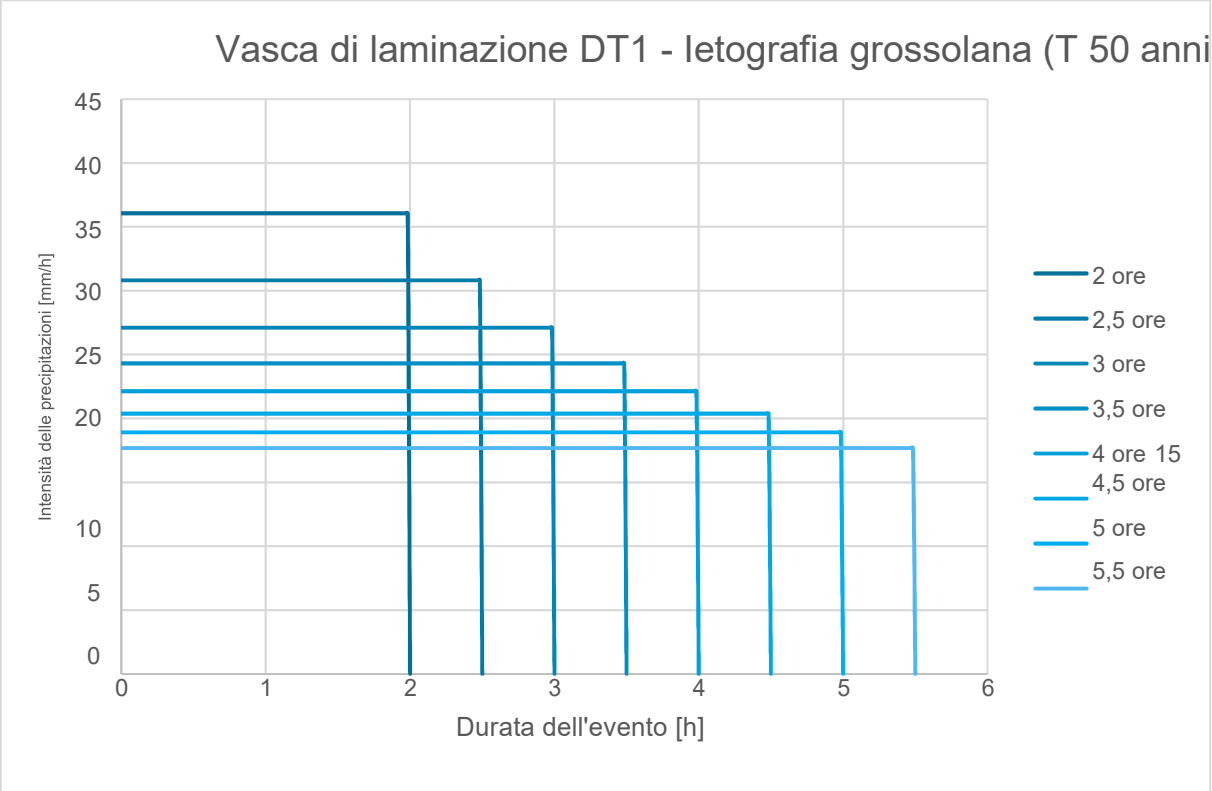


Figura 6.4: Intensità lorde delle piogge per il serbatoio di laminazione DT1 (periodo di ritorno 50 anni)

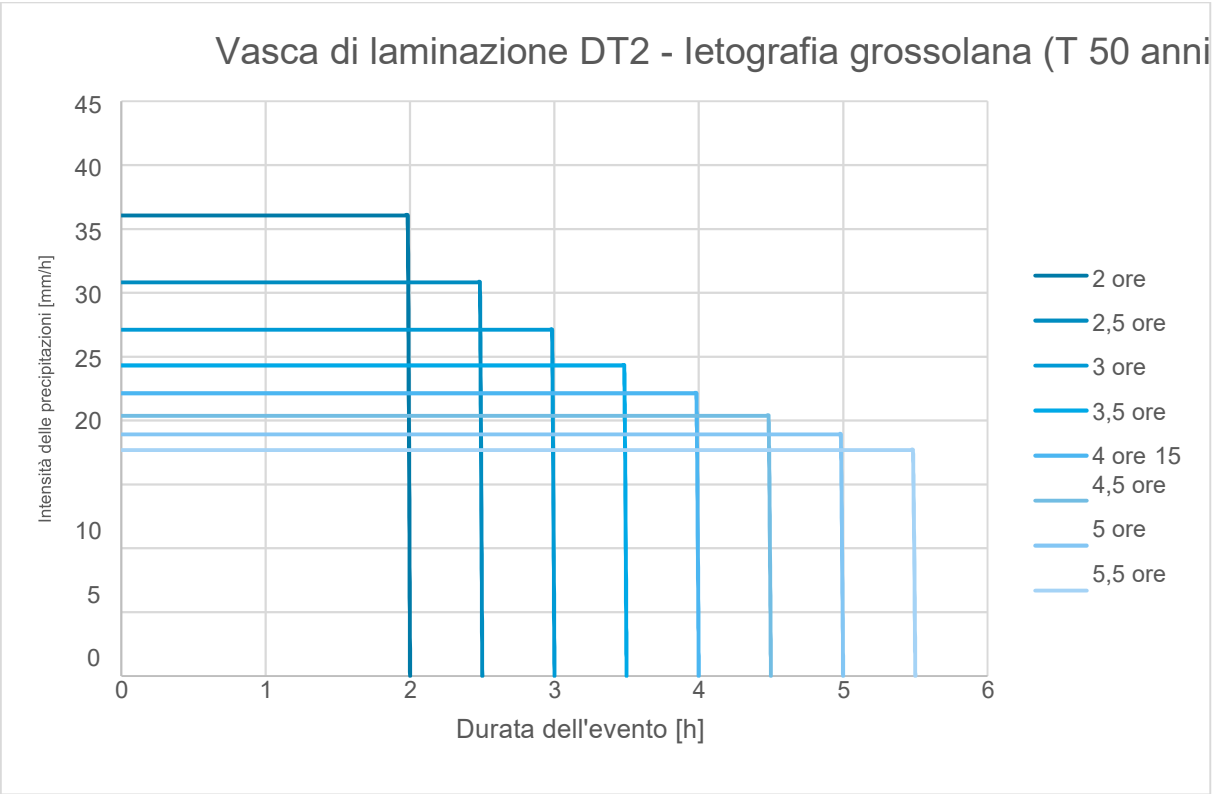
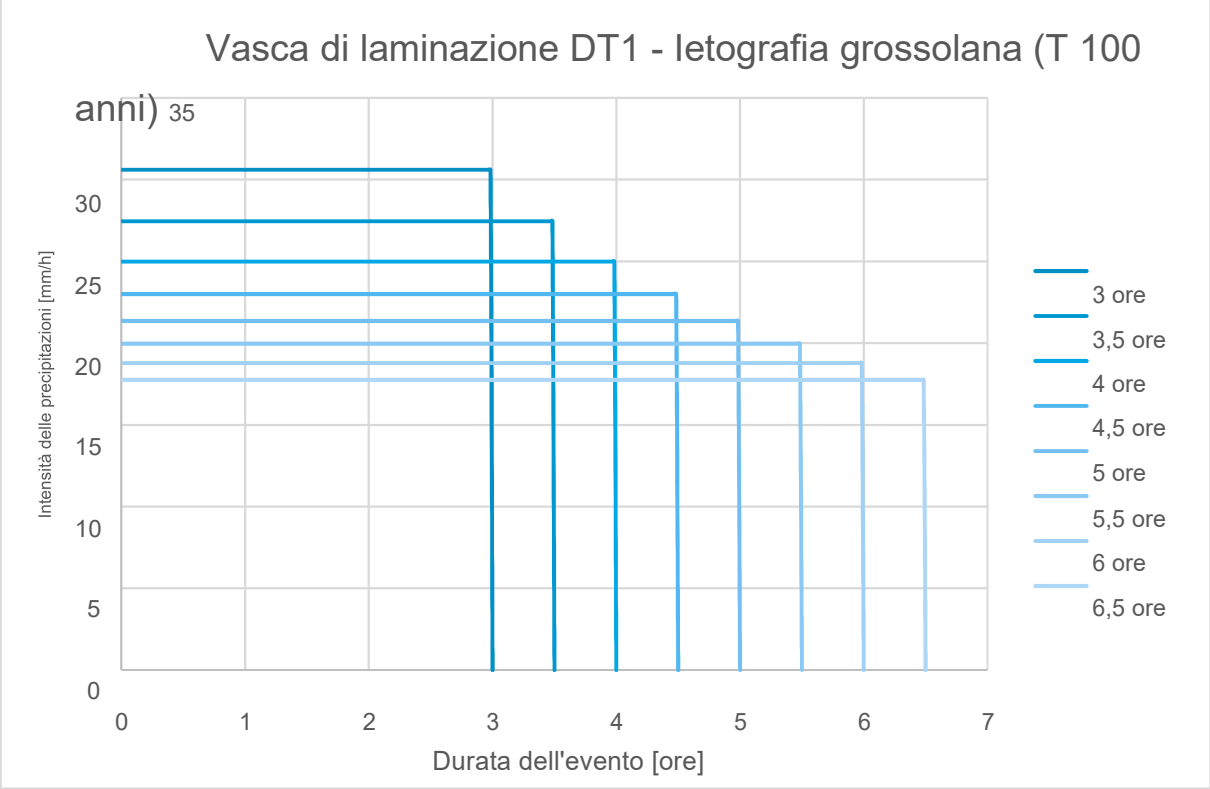


Figura 6.5: Intensità lorde di pioggia per il serbatoio di laminazione DT2 (periodo di ritorno 50 anni) Figura

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.



6.6: Intensità lorde delle piogge per il serbatoio di laminazione DT1 (periodo di ritorno 100 anni)

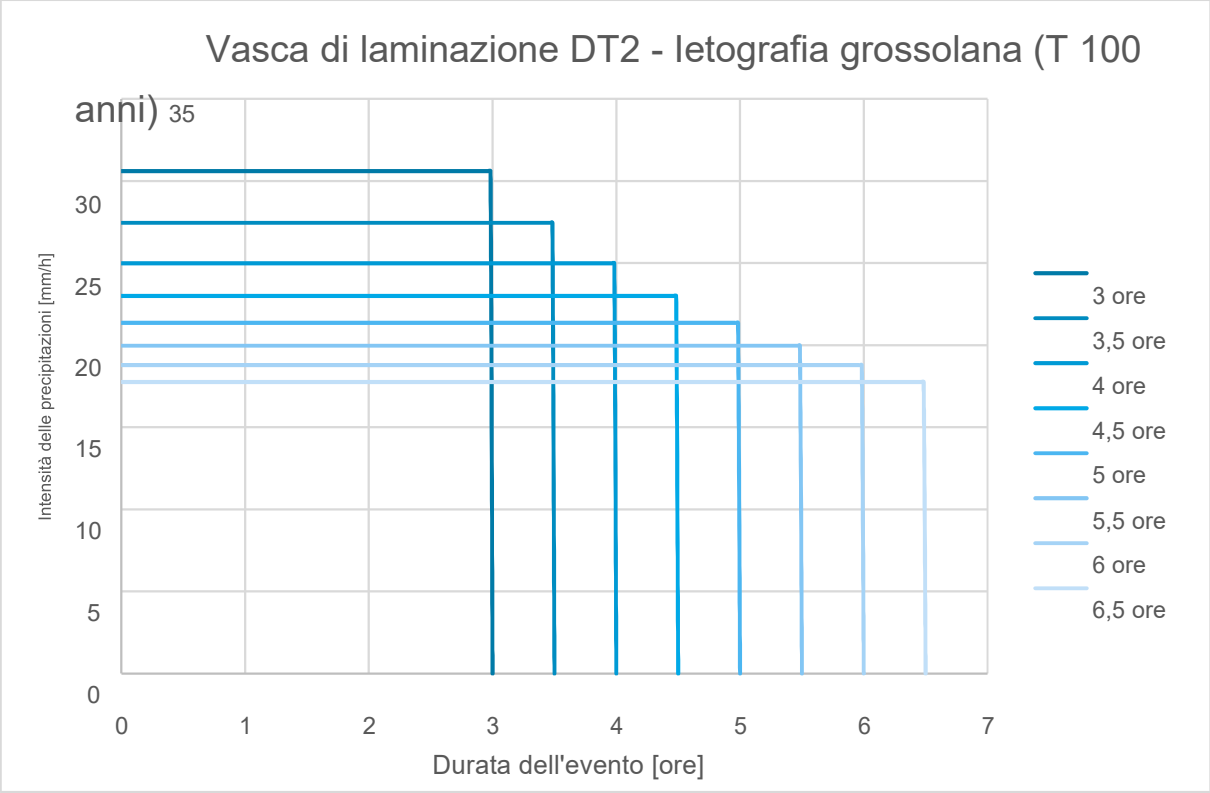


Figura 6.7: Intensità lorde delle piogge per il serbatoio di laminazione DT2 (periodo di ritorno 100 anni)

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

Le perdite idrologiche sono state calcolate utilizzando il metodo percentuale descritto nella Sezione 6.1.3, con un coefficiente di afflusso di 0,97 per il bacino di laminazione DT1 e 0,99 per il bacino di laminazione DT2.

Tabella 6.6: Coefficiente di deflusso per ciascun serbatoio di laminazione in calcestruzzo

ID TANK	COEFFICIENTE MEDIO DI DEFLUSSO [-]
DT1	0.97
DT2	0.99

Le intensità nette di pioggia associate agli ietografi sono mostrate nei grafici seguenti.

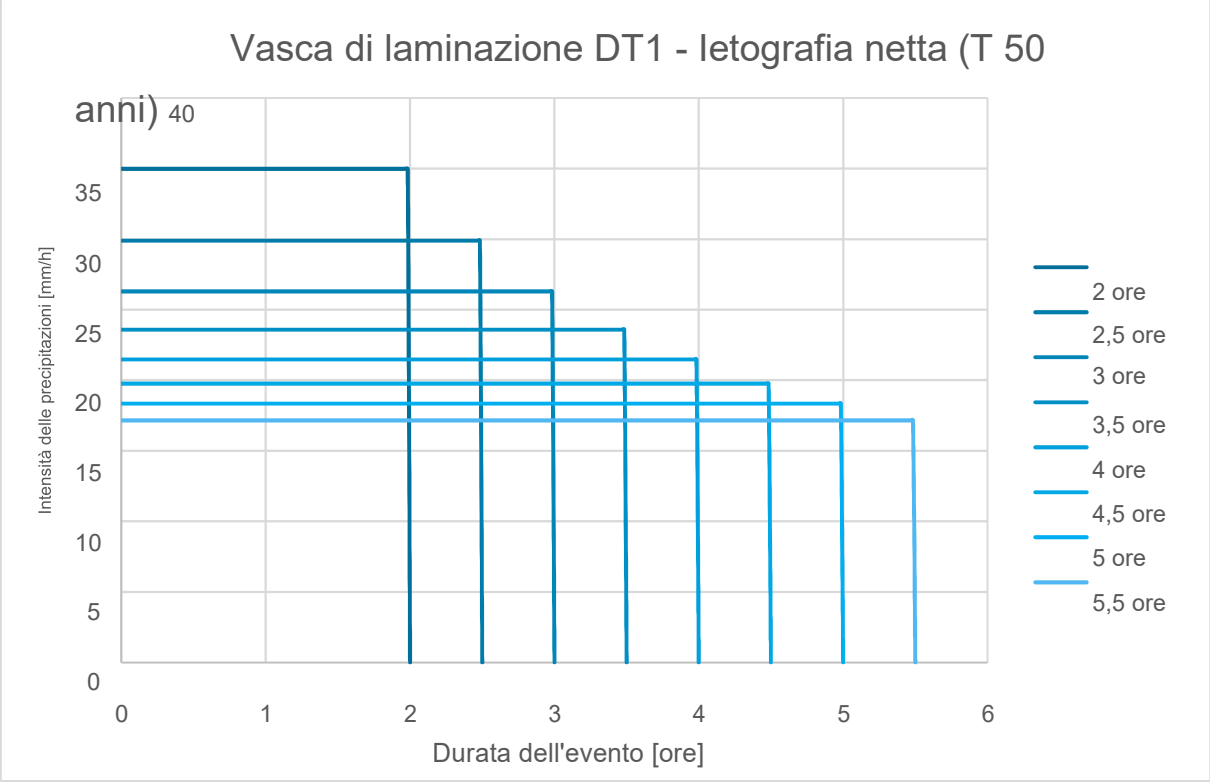


Figura 6.8: Intensità nette di pioggia per il serbatoio di laminazione DT1 (periodo di ritorno 50 anni)

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

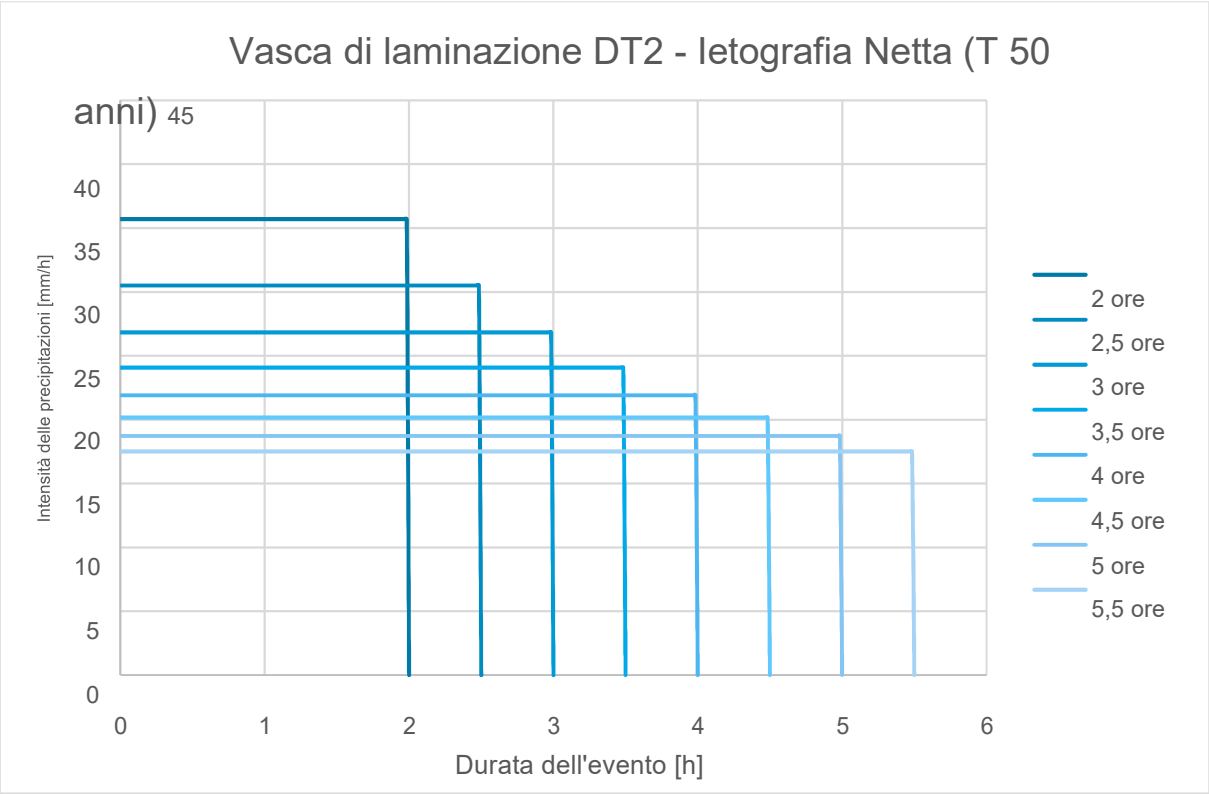


Figura 6.9: Intensità nette di pioggia per il serbatoio DT2 (periodo di ritorno 50 anni)

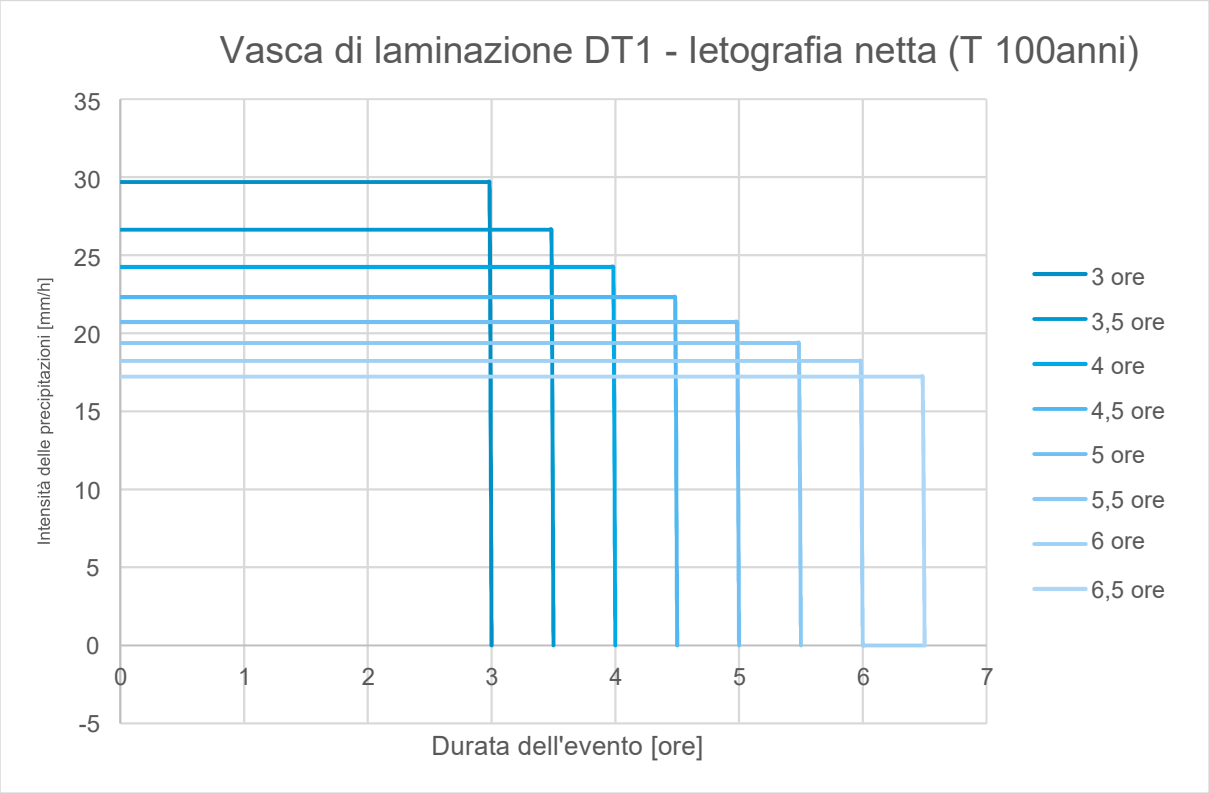


Figura 6.10: Intensità nette di pioggia per il serbatoio di laminazione DT1 (periodo di ritorno 100 anni)

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

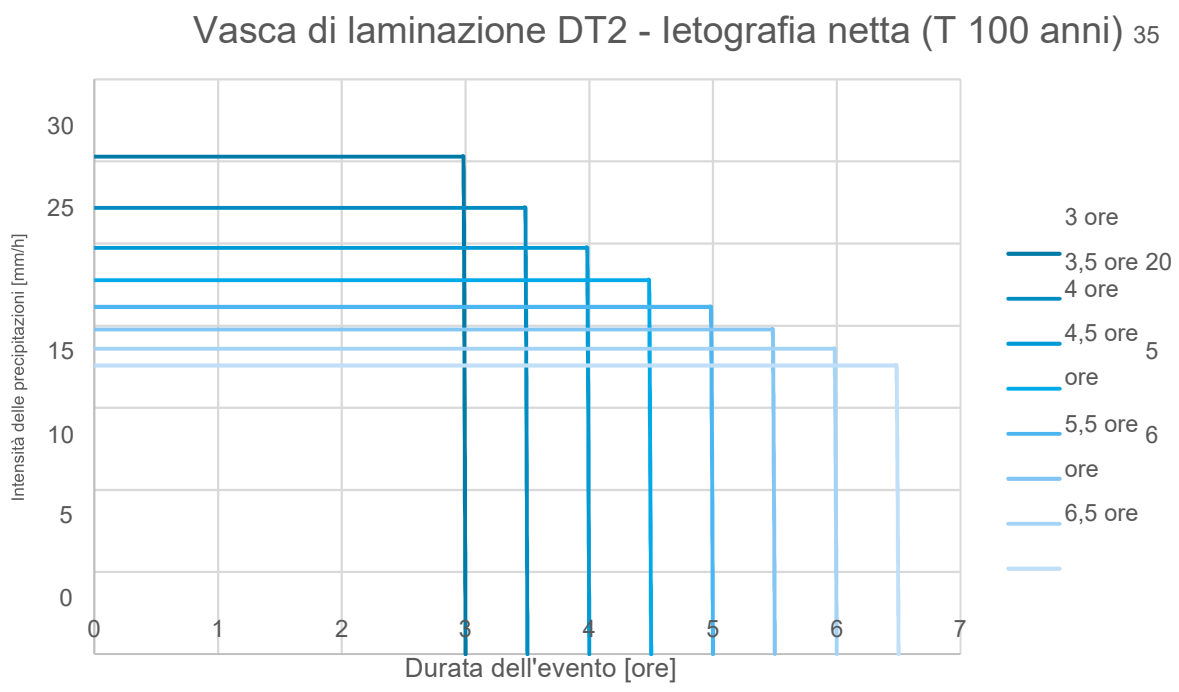


Figura 6.11: Intensità nette di pioggia per il serbatoio di laminazione DT2 (periodo di ritorno 100 anni)

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

6.2.2. Identificazione del limite massimo di portata di ogni serbatoio sotterraneo in calcestruzzo

In conformità con il Regolamento Regionale 7/2017 e le sue successive modifiche e aggiunte, la portata massima consentita per lo scarico è di 20 l/s per ettaro di area di intervento.

In conformità con le aree indicate nel paragrafo 6.1.3, la portata massima consentita per lo scarico per ciascuno dei giacimenti è indicata di seguito.

Tabella 6.7: Massima scarica consentita da ciascun serbatoio in conformità con il Regolamento Regionale 7/2017

ID SERBATOIO	PORTATA LIMITE IN USCITA [l/s]
DT1	19.0
DT2	21.1
Totale	**40.1**

La Roggia Cariola - identificata come il corpo idrico ricevente finale—è gestita dal Consorzio Naviglio Olona, che ha imposto una portata massima ammissibile di 30 l/s grazie alla compatibilità idraulica con la sezione trasversale del canale. Di conseguenza, sono adottati i seguenti limiti di portata all'uscita.

Tabella 6.8: Massima scarica consentita da ciascun serbatoio in conformità con il limite di 30 l/s imposto dal Consorzio Naviglio Olona

ID BACINO	PORTATA LIMITE IN USCITA [l/s]
DT1	14.0
DT2	16.0
Totale	**30.0**

Il punto di scarico nella Roggia Cariola (S1) ha le seguenti coordinate rispetto al sistema di riferimento progettuale WGS 84 32 N (EPSG 32632):

Tabella 6.9: Posizione dello scarico di progetto S1

ID	X [m] WGS 84 UTM 32	Y [m] WGS 84 UTM 32
S1	516600	5019079

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

6.2.3. Localizzazione planimetrica dei serbatoi di laminazione sotterranei in calcestruzzo

Ci sono due serbatoi di laminazione sotterranei in cemento in progettazione, identificati come DT1, DT2.

Il serbatoio **DT1**, situato nel settore sud-ovest del sito, riceve il deflusso dalle strade e dai cortili nei settori nord, nord-ovest e sud, oltre al drenaggio del tetto dalla facciata sud delle trombie principali dell'edificio.

Il serbatoio **DT2**, situato nel settore sud-est, riceve il deflusso dalle strade e dai cortili nord-est ed est, il drenaggio del tetto dalle trombie pluviali della facciata nord e il possibile deflusso contaminato dal petrolio proveniente dall'area del generatore e dalla baia di carico/scarico.

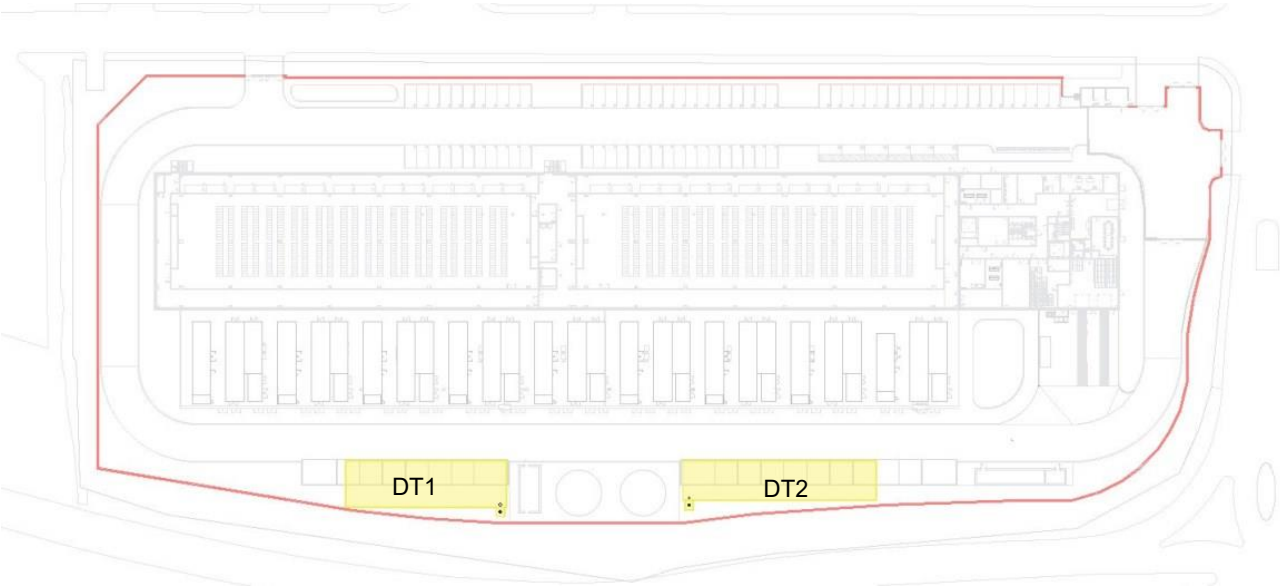


Figura 6.12: Pianta dei piani dei serbatoi di laminazione DT1 e DT2

6.2.4. Dimensionamento dei serbatoi sotterranei di laminazione

Per il calcolo dei volumi di laminazione, sono state considerate le superfici impermeabili come definite nel capitolo 6.1.3 e le portate del capitolo 6.2.2, riassunte nella tabella sottostante.

Tabella 6.10: Portata di uscita e area di drenaggio impermeabile che influenzano i due bacini di laminazione progettati

ID BACINO	PORTATA A SCARICA [l/S]	IMPERMEABILE AREA DRENANTE [ha]
DT1	14	0.93
DT2	16	1.05

L'efficacia del processo di attenuazione di un giacimento di tipo statico è influenzata dal suo massimo volume di contenimento, dalla geometria e dalle caratteristiche dell'uscita, che in questo caso sono rappresentate dal sistema di pompaggio che scarica nella Roggia Cariola.
La descrizione matematica del processo di attenuazione nel tempo 1 segue queste equazioni:

- equazione differenziale di continuità: $Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt}$
- Legge sull'uscita di uscita: $Q_u = Q_u\ [h(t)]$

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

- curva del serbatoio, che esprime il legame geometrico tra il volume e la profondità dell'acqua nel bacino di laminazione:

$$W = W\,[h(t)]$$

dove $Q_e(t)$ rappresenta la portata d'ingresso, $Q_u(t)$ rappresenta la portata di uscita $W(t)$ è la laminazione e il volume in funzione della profondità dell'acqua.

Il modello teorico dettagliato per determinare il volume di laminazione opera sotto le seguenti ipotesi:
- le precipitazioni in ingresso corrispondono alla portata idrologica derivata dagli ietografi sintetici presentati nel Capitolo 6.2;
- utilizzo di una curva lineare tempo-area;
- applicazione di un modello di ingresso-uscita basato sul metodo cinematico;
- mantenimento di una portata costante equivalente al limite massimo di portata descritto nel Capitolo 6.2.2;

Il calcolo è stato effettuato con diverse durate di precipitazione sia per i volumi di laminazione DT1 che DT2. In particolare, il volume massimo di attenuazione per il serbatoio di laminazione DT1 si verifica per una durata di 5,0 ore per un periodo di ritorno di 50 anni e di 6,0 ore per un periodo di ritorno di 100 anni, mentre per il serbatoio di laminazione DT2 il volume massimo di attenuazione si verifica per la durata di 5,0 ore per un periodo di ritorno di **50 anni** e 6,0 ore per un periodo di ritorno di **100 anni**.

I parametri utilizzati nel calcolo per entrambi i bacini sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 6.11: Parametri per calcolare il volume di laminazione DT1

CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE	
Superficie di drenaggio impermeabile [ha]	0.93
Coefficiente medio ponderato di deflusso [-]	0.97
Volume di progettazione (50 anni) [m^3]	613
Volume di controllo (100 anni) [m^3]	730
Portata di uscita [l/s]	14

Tabella 6.12: Parametri per il calcolo del volume di laminazione DT2

CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE	
Superficie di drenaggio impermeabile [ha]	1.05
Coefficiente medio ponderato di deflusso [-]	0.99
Volume di progettazione (50 anni) [m^3]	697
Volume di controllo (100 anni) [m^3]	830
Portata di uscita [l/s]	16

Il design geometrico dei bacini di laminazione è stato specificamente dimensionato per ottenere quanto segue:
- garantire un volume superiore al volume di progetto necessario per l' evento di ritorno di 50 anni , situato sotto il livello di inversione più basso delle condotte all'ingresso di ciascun serbatoio di laminazione;

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

- corrispondere al volume di progetto richiesto per l'evento del periodo di ritorno di 100 anni, situato sotto la linea centrale dello stesso gasdotto.

6.2.5. Dimensionamento della tubazione a pressione dai serbatoi di laminazione

Nel progetto sono previsti in totale due condotte di scarico a pressione, ciascuna collegata a una stazione di pompaggio che svuota i serbatoi DT1 e DT2. Le due linee di scarico si confondono in un comune tombino di calma da cui il flusso combinato prosegue per gravità verso il corpo idrico superficiale Roggia Cariola allo scarico S1.

All'interno di ciascuna delle stazioni di sollevamento, è previsto l'installazione di due pompe, ciascuna in grado di sollevare la portata progettata, una per il normale funzionamento e una per la riserva, per garantire la ridondanza meccanica della porta.

Inoltre, ciascuna delle pompe dovrà essere collegata sia al sistema BSM sia all'alimentazione elettrica proveniente dal GENSET di alloggiamento per garantire la ridondanza elettrica in tutte le condizioni operative.

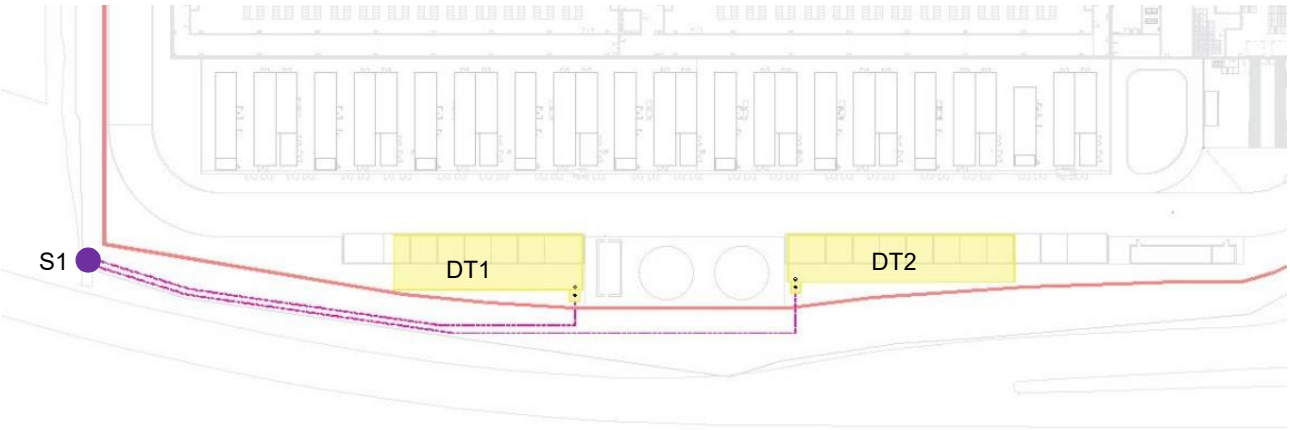


Figura 6.13: Scarichi di serbatoi di laminazione DT1 e DT2 nella Roggia Cariola allo scarico S1

All'interno di ciascuna delle stazioni di sollevamento, è previsto l'installazione di due pompe, ciascuna in grado di sollevare la portata progettata, una per il normale funzionamento e una per la riserva, per garantire la ridondanza meccanica della porta.

Al momento non è disponibile alcun rilevamento topografico per il corso d'acqua ricevente (Roggia Cariola) né per le elevazioni assolute dei serbatoi DT1 e DT2. Di conseguenza, la dimensionazione delle tubazioni di consegna e la selezione delle pompe saranno finalizzate nella fase successiva di progettazione, una volta che saranno disponibili i dati di livello richiesti. Le coordinate del punto di scarico S1 sono le seguenti:

Tabella 6.13: Posizione dello scarico di progetto S1

ID	X [m] WGS 84 UTM 32	Y [m] WGS 84 UTM 32
S1	516600	5019079

6.3. Progettazione idraulica preliminare del bacino di laminazione e infiltrazione DP1

6.3.1. Calcolo preliminare della portata di infiltrazione del bacino di laminazione e infiltrazione DP1

In questa fase preliminare di dimensionamento, il tasso di infiltrazione sarà determinato utilizzando la Legge di Darcy:

$$Q = k \cdot A = 4.4\ l/s$$

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

Dove:

- Q è la portata di infiltrazione;
- k è la permeabilità idraulica ipotesi nel Capitolo 3.4 (2.4×10^{-5} m/s);
- A è la superficie del fondo del bacino di laminazione (140 m^2).

Figura 6.14: Pianta di disposizione del bacino di laminazione DP1

6.3.2. Dimensionamento preliminare del bacino di laminazione e infiltrazione DP1

In questa fase preliminare il volume di laminazione è stato calcolato con un metodo semplificato basato sulle seguenti ipotesi:

- Portata costante di ingresso;
- Portata costante di uscita.

Di seguito è riportata una panoramica teorica alla base del processo di dimensionamento, volta a determinare il volume di stoccaggio richiesto per la laminazione delle acque meteoriche durante gli episodi di picco di pioggia, in relazione al periodo di ritorno e alla massima velocità di scarico consentita.

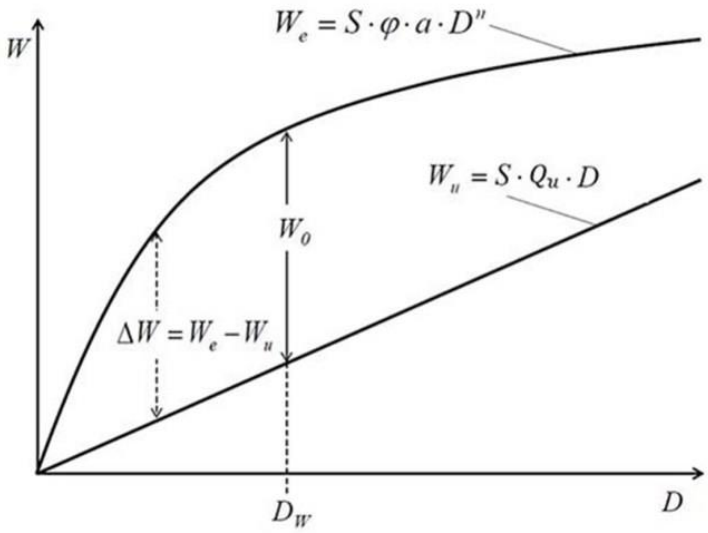


Figura 6.15: Schema di laminazione basato sul metodo del "sole piogge"

Questo metodo semplificato, attraverso la formulazione analitica presentata di seguito, consente di calcolare la durata critica D_w dell'evento che massimizza la domanda di stoccaggio e,

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

di conseguenza, il volume di laminazione richiesto W_0.

$$D_w = \left(\frac{Q_u}{2{,}78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3{,}6 \cdot Q_u \cdot D_w$$

Dove:
W_0= volume di laminazione [m³];

S = area di drenaggio impermeabile [m 2];

a = parametro di scala [mm/h n];

n = coefficiente di forma [-];

φ = coefficiente di deflusso [-];

D_w= durata critica [h]; Q_u = portata di uscita (infiltrazione) [l/s];

La tabella seguente riassume il volume minimo di laminazione calcolato per i periodi di ritorno che vanno da 2 a 100 anni per il bacino di laminazione e infiltrazione DP1 e per ogni periodo di ritorno è stata calcolata la profondità media attesa per la superficie del fondo del bacino assunta.

Tabella 6.14: Calcolo del volume di laminazione per DP1

T [anni]	S [ha]	$Q_{u,lim}$ [l/s]	A [mm/h]	n	φ	Dw [h]	W^0 [m3]	Profondità [cm]
2	0.014	4.4	26	0.5	0.3	0.002	0.03	0.0
5	0.014	4.4	35	0.5	0.3	0.004	0.06	0.0
10	0.014	4.4	42	0.5	0.3	0.006	0.09	0.1
20	0.014	4.4	49	0.5	0.3	0.008	0.13	0.1
50	0.014	4.4	59	0.5	0.3	0.011	0.18	0.1
100	0.014	4.4	66	0.5	0.3	0.014	0.23	0.2

6.4. Svuotamento del tempo

Di seguito sono riportati i calcoli per il tempo di drenaggio dei bacini progettati sia per il periodo di ritorno di dimensionamento (50 anni) sia per il periodo di ritorno di verifica (100 anni).

I serbatoi di laminazione e il bacino si svuotano in meno di 24-48 ore in tutti gli scenari valutati.

Tabella 6.15: Tempi di svuotamento dei serbatoi di laminazione DT1

TEMPI DI SVUOTAMENTO

T [anni]	Q_u [l/s]	V [m³]	t_e [h]
50	14	613	12.2
100	14	730	14.5

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

Tabella 6.16: Tempi di svuotamento dei serbatoi di laminazione DT2

TEMPI DI SVUOTAMENTO

T [anni]	Q_u [l/s]	V [m_3]	t_e [h]
50	16	697	12.1
100	16	830	14.4

Tabella 6.17: Tempi di svuoto del bacino di laminazione DP1

TEMPI DI SVUOTAMENTO

T [anni]	$Q_{u,inf}$ [l/s]	V [m_3]	t_e [h]
50	4.4	0.18	0.01
100	4.4	0.23	0.01

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

7. CONCLUSIONI

Lo scopo di questo documento è descrivere la progettazione e la verifica delle opere di gestione delle acque meteoriche per il progetto a Siziano.

Questo documento costituisce lo studio preliminare per definire la strategia di gestione delle acque meteoriche e non rappresenta il progetto di gestione delle acque meteoriche in conformità con la R.R. n.7 del 23 novembre 2017 della Regione Lombardia, come modificato e integrato.

Il team di progetto ha affrontato la progettazione dei sistemi di gestione delle acque meteoriche in modo integrato fin dalle prime fasi, permettendo l'implementazione di soluzioni di drenaggio sostenibili conforme alle politiche europee nonché alle normative nazionali e regionali su rischio idraulico, sostenibilità e adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici.

A multicriterio è stata effettuata prima della fase di progettazione di questi sistemi, considerando i seguenti fattori:

- possibili vincoli di infiltrazione dal Piano di Governo Municipale,
- topografia del sito,
- creazione di un piano regolatore equilibrato in termini di aree verdi e impermeabili,
- valutazione delle aree a rischio di fuoriuscimento o soggette alla regolamentazione del primo lavaggio;

Il progetto presenta molte vincolazioni dal punto di vista ambientale, discusse in dettaglio nel capitolo 3, le più rilevanti delle quali sono la scarsa qualità del suolo e la bassa profondità della falda acquifera. Per questo motivo, si decise di utilizzare serbatoi sotterranei in cemento per sostenere superfici impermeabili e coperte.

Il progetto include reti di raccolta separate per il deflusso delle acque di deflusso dei depositi, che subiscono un pretrattamento dedicato per la rimozione di sabbia e petrolio, e per l'acqua piovana proveniente dalle pluviali. Per informazioni dettagliate sulle dimensioni, consultare il Report MIL07-DBA-EX-XX-CA-C-52001. Entrambi i tipi di acqua sono indirizzati verso serbatoi di laminazione sotterranei in cemento.

Per ottimizzare la rete di drenaggio – minimizzando le condotte, i diametri e le profondità di scavo – la disposizione adotta due serbatoi di laminazione sotterranei (DT1 e DT2). DT1, situato nel settore sud-ovest del sito, raccoglie il deflusso da strade e cortili nelle aree nord-ovest, ovest e sud, così come i flussi del tetto provenienti dalle trombe lungo la facciata sud dell'edificio principale. DT2, situata nel settore sud-est, raccoglie il deflusso dalle strade e dai cortili nelle aree nord-est e est, il scorrimento del tetto dalle grondaie lungo la facciata nord e il deflusso dalle aree soggette alla regolamentazione regionale first-flush (RR 04/2006). Per la dimensione di queste opere, si prega di consultare il Capitolo 6.

Per rendere le aree verdi idraulicamente indipendenti, saranno ridotte con delimitate e abbassate localmente per evitare che il deflusso si riversi nel sito. È previsto un contenitore di laminazione (DP1) all'interno dell'area verde interna.

Nella fase successiva di progettazione, verrà valutata l'inclusione di opere di infiltrazione alla base di DP1. Una volta definite le elevazioni esistenti e progettate delle aree verdi perimetrali esterne, verrà valutata anche la necessità di ulteriori bacini di laminazione o altri NBS.

Il posizionamento e la dimensionazione preliminare di DP1 saranno vincolati da:

- la permeabilità dei suoli che formano l'argine del progetto;
- eventuali vincoli ambientali legati alla qualità del suolo;
- interferenze con le utenze sotterranee pianificate;
- coordinamento con la progettazione del paesaggio;
- potenziale interferenza con la falda acquifera.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.

Questi stessi vincoli si applicheranno anche a eventuali bacini di laminazione aggiuntivi o NBS che potrebbero essere progettati nella fase successiva. Per la dimensione di quest'opera, si prega di consultare il Capitolo 6.3.

PROPRIETÀ DI DBA S.P.A. NON UTILIZZABILE O REPLICABILE (NEMMENO IN PARTE) SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI DBA S.P.A.